Oecon. 194 m 4°

Jahrbücher

Landwirtschaftliche
JAHRBÜCHER.

2/1
Erg.-Bd. 4
1898

Zeitschrift

für

wissenschaftliche Landwirtschaft

und

Archiv des Königlich Preussischen Landes-Ökonomie-Kollegiums.

Herausgegeben von

Dr. H. Thiel,

Wirkl. Geheimer Ober-Regierungsrat und Ministerialdirektor im Königl. Preuss. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

XXVII. Band. Ergänzungsband IV.

Mitteilungen über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station in Bremen.

Mit 3 Textabbildungen und 24 Tafeln.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1898.

218F

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Landwirtschaftliche

JAHRBÜCHER.

Zeitschrift

für

wissenschaftliche Landwirtschaft

und

Archiv des Königlich Preussischen Landes-Ökonomie-Kollegiums.

Herausgegeben von

Dr. H. Thiel,

Wirkl. Geheimer Ober-Regierungsrat und Ministerialdirektor im Königl. Preuss. Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten.

XXVII. Band. Ergänzungsband IV.

Mitteilungen über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station in Bremen.

Mit 3 Textabbildungen und 24 Tafeln.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1898.

Mitteilungen

über die

Arbeiten der Moor-Versuchs-Station

in Bremen.

Herausgegeben

von

Dr. **Br. Tacke,**

Vorsteher der Moor-Versuchs-Station in Bremen.

Vierter Bericht.

Mit 3 Textabbildungen und 24 Tafeln.

BERLIN.

VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.

Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.

SW., Hedemannstrasse 10.

1898.

Ergänzungsband IV zu „Landwirtschaftliche Jahrbücher“ XXVII. Band 1898.

Alle Rechte vorbehalten.

Inhalt.

Seite

I. Die Feldversuche der Moor-Versuchs-Station auf Hochmooräckern und auf Moorwiesen in den Jahren 1892 bis 1897 1

Einleitung . 1

I. Versuche über die Wirkung von Kali, Phosphorsäure, Stickstoff auf verschiedenen Bodenarten der Hochmooräcker 4

1. Über die Wirkung und Nachwirkung verschiedener Mengen von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff auf Hochmoorboden 4

Zusammenstellung der Ergebnisse 21

2. Über die Wirkung verschiedener Phosphate 44

3. Über die Wirkung verschiedener Kalisalze 50

II. Anbauversuche mit Kartoffeln, Hafer und Roggen auf Hochmoorboden . 75

1. Versuche mit ununterbrochenem Anbau von Kartoffeln 75

2. Anbauversuche mit verschiedenen Hafersorten 79

3. Anbauversuche mit verschiedenen Roggenspielarten 82

Ergebnisse der Versuche 98

III. Versuche über die Verwendung von Sand auf Hochmoorboden 103

IV. Versuche über die Wirkung von Stalldünger im Vergleich mit Kunstdünger auf nicht abgetorftem, nicht besandetem Hochmoor 112

V. Versuche über die Wirkung verschieden tiefer Entwässerung auf Hochmoor 122

Zusammenstellung der Ergebnisse 133

VI. Über die Wirkung kalkhaltiger Meliorationsmittel in verschiedener Form und Menge . 139

Zusammenstellung der Ergebnisse 167

VII. Versuche über die Wirkung von Kali und Phosphorsäure in verschiedener Form und Menge auf Hochmoor- und Niederungsmoorwiesen 184

a) Versuche auf Hochmoorwiesen 184

b) Versuche auf Niederungsmoorwiesen 206

Zusammenstellung der Ergebnisse 211

A. Wirkung der Düngung auf die Quantität der Erträge 215

B. Wirkung der Düngung auf die Qualität der Erträge 222

C. Wirkung der Düngung auf die chemische Zusammensetzung der Erträge . 232

1. Gehalt des Grases an wichtigen Nährstoffen bei verschiedener Düngung . 232

2. Wirkung der Düngung auf den Wassergehalt der Wiesenerträge . 240

3. Wirkung der Düngung auf den Gehalt des Grases an bestimmten Aschenbestandteilen 248

Seite

II. Die Vegetationsversuche der Moor-Versuchs-Station auf verschiedenen Moorböden 259

I. Versuche mit Niederungsmoorboden 260

1. Über die Wirkung stickstoffhaltiger Düngemittel auf Niederungsmoor 260
2. Über die Wirkung von Phosphorsäure auf Niederungsmoor mit verschiedenem Gehalt an Phosphorsäure 274
3. Über das Optimum des Wassergehaltes des Bodens bei Vegetationsversuchen mit Niederungsmoor 288

II. Versuche mit Hochmoorboden 291

1. Die Wirkung der Untergrundkalkung auf Hochmoor 291
2. Über die Wirksamkeit von natürlich vorkommenden Verbindungen der Phosphorsäure und des Eisens (Vivianit, Roterde) auf Hochmoorboden 293
3. Über das Optimum des Wassergehaltes des Bodens bei Vegetationsversuchen mit Hochmoorboden 300

III. Untersuchungen über die Phosphorverbindungen des Moorbodens 303

I. Chemische Untersuchungen über die Natur der Phosphorverbindungen und über Methoden zur Trennung derselben 305

A. Untersuchungen mit lufttrocknem Boden 305
B. Untersuchungen mit frischem, nicht getrocknetem Boden 312

II. Vegetationsversuche über das Verhalten der Phosphorsäure bei verschiedenen Moorböden 320

Ergebnisse der Versuche 336

IV. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Sickerwässer aus Moorboden 349

Ergebnisse der Versuche 370

V. Löslichkeit von Phosphaten im Hochmoorboden und Abhängigkeit derselben vom Gehalt des Bodens an freier Humussäure 392

VI. Zweck, Wert und Methode von Feldversuchen auf Moorboden . . 414

VII. Über die Wirkung von gebranntem Kalk und Mergel auf Sandboden 431

a) Untersuchungen im Gewächshaus und im Laboratorium der Moor-Versuchs-Station 431
b) Versuch im freien Felde, ausgeführt von der Ems-Abteilung der Moor-Versuchs-Station 444

VIII. Über Saatmischungen für Dauerwiesen und Dauerweiden auf den Moorböden des norddeutschen Tieflandes mit Rücksicht auf die Ökologie der Wiesen 451

I. Veränderlichkeit der Vegetation willkürlich angesäter Wiesen. Nutzen der Aussaat nach bestimmten Principien 451

II. Die wichtigsten Haupttypen nutzbarer Wiesen des norddeutschen Tieflandes 454

1. Typus des Wiesenrispengrases 454
2. „ „ gemeinen Rispengrases 455
3. „ „ Wiesenschwingels 456
4. „ „ flutenden Mannagrases 456

III. Die einzelnen zur Zeit aussäbaren Wiesengewächse 460

A. Gräser 460
B. Schmetterlingsblüher 477

Seite

IV. Zur Frage nach der Wertschätzung der Wiesengewächse 483

V. Sicherung des Höchstertrages für die ersten Jahre nach der Ansaat. Accessorische Beimengungen . 488

VI. Zur Frage nach der Vereinfachung der Saatmischungen 491

VII. Bedingungen, unter denen die Saatmischungen Geltung haben 494

VIII. Die Saatmischungen . 497

IX. Untersuchungen der Moor-Versuchs-Station über verschiedene die Moorkultur betreffende Fragen 503

1. Feststellung der durch Abmähen der Heide und Plaggenhieb dem Moor- und Sandboden entzogenen Mengen von Pflanzennährstoffen 503

2. Untersuchungen über die Zusammensetzung von Molinia coerulea und Carex Goodenoughii . 511

3. Über die Zusammensetzung von Gründüngungsgewächsen von Hochmoorboden und Sandboden . 515

A. Der Trockensubstanz- und Stickstoffgehalt verschiedener auf Hochmoorboden in Betracht kommender Gründüngungspflanzen 515

B. Gelbe Lupinen, Serradella und weisser Senf von leichtem Sandboden nach verschiedener Kalkung und Impfung des Bodens 518

C. Über die in den oberirdischen Teilen und Wurzeln von Serradella und Lupinen von Hochmoorboden enthaltenen Mengen von organischer Substanz und Stickstoff . 521

X. Über die Veränderungen des Hochmoorbodens in Oberfläche und tieferer Schicht durch Kultur und Düngung 525

XI. Über das Vorkommen von kohlensaurem Eisenoxydul in den Eisenablagerungen der Moore . 548

I. Die Feldversuche der Moor-Versuchs-Station auf Hochmooräckern und auf Moorwiesen in den Jahren 1892 bis 1897,

nach Plänen von M. Fleischer und von Br. Tacke ausgeführt von Br. Tacke und den landwirtschaftlichen Beamten der Moor-Versuchs-Station, insbesonders von F. Gaaz (†) und H. Menkhaus. [1])

Bericht von **Br. Tacke.**

Einleitung.

Die im freien Felde ausgeführten Versuche auf Mooräckern und Wiesen, über die in den folgenden Abschnitten berichtet werden soll, bilden zum grössten Teil die unmittelbare Fortsetzung der Versuche, die von meinem Amtsvorgänger, dem ehemaligen Dirigenten der Moor-Versuchs-Station, Herrn Professor Fleischer begonnen worden sind und über deren Ergebnisse bis 1891 bereits eine ausführliche Veröffentlichung von demselben in dem 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station erfolgt ist; [2]) zu einem kleinen Teil sind sie von mir seitdem neu eingeleitet worden.

Bei den älteren Versuchen wurde die im 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station eingehend von Fleischer beschriebene Methode befolgt. [3]) Betreffs der Einzelheiten dieser Methode muss auf die genannte Veröffentlichung verwiesen werden. Das Wesentliche derselben besteht, um dieses kurz hier zu wiederholen, darin, dass möglichst viele Kontrollparzellen von durchgehends 1 *a* Grösse angelegt und diese so über die Fläche verteilt

[1]) An den chemischen Untersuchungen im Interesse der Feld- und Vegetationsversuche beteiligten sich folgende Herren: Der Laboratoriumsvorstand der Station Dr. Immendorff, ferner die Assistenten DDr. Bölsing, Falkenberg, Grossheim, Hartung, Held, Herm, Hess, Hoffmann, Hessenland (†), Koch, Kreuter, Kayser, Minssen, Rose, Schliebs, Schütte, Seyfert, Schweitzer, Spiecker, Tryller, von Wissell.

[2]) M. Fleischer, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station in Bremen, Landwirtschaftliche Jahrbücher 20, 1891, als Sonderabdruck erschienen 1891 in der Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin. Im folgenden sind bei Bezugnahme auf den 3. Bericht die Seitenzahlen des Sonderabdrucks angegeben, die, um die Seitenzahl in den landwirtschaftlichen Jahrbüchern zu erhalten, um 372 zu erhöhen sind.

[3]) a. a. O. S. 66.

werden, dass die durchschnittliche Beschaffenheit der gleich behandelten Parzellengruppen möglichst dem Durchschnitt der Bodenbeschaffenheit des ganzen Feldes entspricht, wobei allen den Erfahrungen allgemeinerer Art, die im Laufe der Jahre über die natürliche Beschaffenheit der Hochmooräcker in den nordwestdeutschen Mooren gemacht wurden, bei Verteilung der Einzelparzellen Rechnung getragen wird. Aus den für die gleich behandelten Einzelparzellen gefundenen Werten werden ohne Rücksicht auf etwaige Differenzen der Kontrollparzellen untereinander Durchschnittswerte berechnet und diese der Beurteilung zu Grunde gelegt. Hierbei wurden natürlich Parzellen, auf denen durch irgendwelche beobachtete Vorkommnisse eine Störung der Vegetation eintrat, ausgeschaltet. Die Düngung, Ansaat und die Ernte nach dem bei Feldversuchen bisher allgemein üblichen Verfahren geschah unter Aufsicht und unter Mitwirkung der landwirtschaftlichen Beamten der Station. Die Bodenbearbeitung erfolgte nach Vorschrift der Station durch die Kolonisten und zwar vorwiegend mit Spannvieh, bei einem Teil der jüngeren Versuche aus bestimmten Gründen durch Handarbeit. Die bei den Feldversuchen gemachten Erfahrungen der letzten Jahre und die Fortschritte in der Erforschung der Eigenschaften des Moorbodens haben zu der Erkenntnis geführt, dass die Methode der Feldversuche insbesonders auf Hochmoorboden einer beträchtlichen Vervollkommnung fähig und auch bedürftig ist, ohne dass hierfür nicht mehr zu rechtfertigende Aufwendungen an Arbeit und Kosten entständen, andererseits jedoch unzweifelhaft ergeben, dass die Anstellung derartig vervollkommneter Feldversuche nur in einer eigenen Versuchswirtschaft möglich ist. Wie auf Seite 64 des 3. Berichts über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station von Fleischer dargelegt worden ist, mussten die Feldversuche bislang auf fremdem Grund und Boden in bereits bestehenden Hochmoorwirtschaften ausgeführt werden, da die Moor-Versuchs-Station keinen eignen Grundbesitz im Moore hatte. Alle die Beobachtungen und Erwägungen, die in einem besonderen Abschnitt über die *Ausführung von Feldversuchen insbesonders auf Hochmoorboden* weiter unten zusammengefasst sind, führten zu der Anlage einer eignen Versuchswirtschaft auf für längere Zeit gepachtetem Hochmoorland im Maibuschermoor bei Hude im Grossherzogtum Oldenburg. In dem folgenden Abschnitt werden jedoch zunächst nur die auf den alten Versuchsstellen im Hellweger Moor im Kreise Achim und im Teufelsmoor im Kreise Osterholz, Reg.-Bez. Stade, ausgeführten und bis auf wenige vorläufig zum Abschluss gelangten Feldversuche besprochen werden. Es sind nur die Versuche aufgenommen worden, bei denen die Unterschiede in der zu erforschenden Richtung so stark hervortreten, dass dieselben durch die möglichen Fehler, mit denen die Versuche behaftet sind, nicht so beeinflusst werden können, dass der aus den Versuchsergebnissen gezogene Schluss hinfällig würde (vgl. w. u.).

Um die Darstellung der vielen gleichartigen und sich wiederholenden Versuche möglichst zu vereinfachen, ist dieselbe nach dem hierunter folgenden Schema geschehen. Dort, wo die in dem Schema vorgesehenen Ziffern bei

der Schilderung der Versuche fehlen, sind entsprechende Angaben nicht vorhanden. [1])

Es bedeutet:

Ziffer 1: No. des Versuches; falls der Versuch die Fortsetzung eines bereits veröffentlichten Versuches ist, ist dieses durch Zusatz der betr. Stelle in Klammern angedeutet, wobei die Abkürzung 3. Bericht besagt, dass die betr. Mitteilungen in dem 3. von M. Fleischer veröffentlichten Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station, Landwirtschaftliche Jahrbücher 1891, niedergelegt sind.

„ 2: Bodenart. Bei der Charakterisierung der verschiedenen Bodenarten ist so weit als möglich die von M. Fleischer im 3. Bericht aufgestellte Klassifikation der verschiedenen Bodenformen des Hochmoores zu Grunde gelegt. Es bezeichnet Bodenform:
- A. Hochmoorboden in Heide, nie genutzt (jungfräuliches Moor).
- B. Hochmoorboden in Heide, früher zu Brandkultur benutzt
- C. Hochmoorboden, in den letzten Jahren gebrannt.
- D. Hochmoorboden, früher gebrannt, dann zur Torfmullgewinnung genutzt (abgemullt).
- E. a) Hochmoorboden in Dungkultur, *nicht* gekalkt oder gemergelt.
 - b) Hochmoorboden in Dungkultur, gekalkt oder gemergelt.
- F. Hochmoorboden, besandet, in Dungkultur, nicht gekalkt oder gemergelt.
- G. Abgetorfter Hochmoorboden, nicht besandet und nicht gedüngt.
- H. Ausgetorfter Hochmoorbodon, nicht besandet in Kultur.
- I. Ausgetorfter Hochmoorboden, besandet (Veenkultur) in Kultur.

„ 3: Versuchsansteller und Ort des Versuches.

„ 4: Vorgeschichte des Versuchsfeldes.

„ 5: Grösse und Anzahl der Parzellen. Wenn nichts anderes bemerkt, beträgt die Grösse der Einzelparzellen 1 *a*.

„ 6: Zweck des Versuches.

„ 7: Vorbereitung des Feldes für den Versuch.
- a) Bodenbearbeitung (vorbereitende).
- b) Kalkung oder Mergelung.

„ 8: Versuchsjahr.

„ 9: Düngung. Bei Versuchen mit verschiedener Düngung:
- a) Grunddüngung der einzelnen Parzellen oder Parzellengruppen.
- b) Differenzdüngung der einzelnen Parzellengruppen. Zeit der Düngung.

[1]) Eine Anzahl von Lücken in den Angaben der Versuchsprotokolle, die sich allerdings nur auf nebensächliche Dinge beziehen, ist nachträglich nicht mehr auszufüllen gewesen, da der bis zum Jahre 1895 mit der praktischen Leitung der Versuche betraute Beamte verstorben ist. Eine vorherige Durcharbeitung der Protokolle und Bearbeitung der Versuche war leider aus Mangel an Zeit nicht möglich.

Die verabfolgten Mengen der einzelnen Pflanzennährstoffe werden in Kilogramm für das Hektar angegeben. Wenn nichts besonderes bemerkt ist, ist das Kali stets in Form von Kainit, die Phosphorsäure in Form von Thomasmehl, der Stickstoff in Form von Chilisalpeter gegeben worden. Desgleichen erfolgte sowohl bei den Versuchen mit verschiedenen Nährstoffen als auch bei den übrigen Versuchen, wenn nicht das Gegenteil ausdrücklich bemerkt ist, die Kali- und Phosphorsäuredüngung gleichzeitig, und zwar in der Regel im Herbst oder im Winter, die Chilisalpeterdüngung auf älterem Kulturland fast ausschliesslich im Frühjahr, auf neuerem Land zu Winterfrucht zu einem Teil (7,5 *kg* oder 15 *kg* Stickstoff pro Hektar) unter Umständen im Herbst. Die Stickstoffdüngung im Frühjahr wurde je nach dem Stande und der Art der Frucht und nach der Witterung meistens in verschiedenen Portionen gegeben, wobei für die Verteilung und Stärke der einzelnen Dosen die bisher gemachten Erfahrungen gültig waren.[1] In den Tabellen, in denen die Ergebnisse zusammengefasst sind, wird bei Differenzdüngung unter Hinweis auf den vorhergehenden Text die Stärke der Düngung mit laufenden Zahlen 0, 1, 2, 3 u. s. w. der Raumersparnis wegen bezeichnet.

Ziffer 10: Vorfrucht.

„ 11: a) Angebaute Frucht im Versuchsjahr, b) Tag der Einsaat, c) Saatquantum, d) Ernte, e) Ermittlung der Erträge.

„ 12: Bearbeitung des Feldes im Versuchsjahr.

„ 13: Besondere Bemerkungen:
a) Beobachtungen während der Vegetation.
b) Verschiedenes.

„ 14: Ertrag an Knollen, Klee und Gras in frischem, an Korn und Stroh in lufttrockenem Zustande. In einer Reihe von Tabellen sind die Erträge der einzelnen Kontrollparzellen nebeneinander nur durch ein Komma getrennt aufgeführt, die Zahl für den Ertrag an Korn von der für den an Stroh durch einen senkrechten Strich geschieden, die Mittelerträge erscheinen in besonderen Kolumnen oder, wie z. B. bei den zunächst zu beschreibenden Versuchen über die Wirkung verschiedener Pflanzennährstoffe in verschiedener Form und Menge, in besonderen zusammenfassenden Tabellen.

I. Versuche über die Wirkung von Kali, Phosphorsäure, Stickstoff in verschiedener Form und Menge auf den verschiedenen Bodenarten der Hochmooräcker.

1. Über die Wirkung und Nachwirkung verschiedener Mengen von Kali in Form von Kainit, Phosphorsäure in Form von Thomasmehl, Stickstoff in Form von Chilisalpeter auf Hochmoorboden.

1. **Versuch No. 1** (3. Bericht No. 1 und 2, S. 335).
2. Bodenform B.
3. Fricke, Schanzendorf, Hellweger Moor.

[1]) Auf dem neuen Versuchsfeld im Maibuschermoor sind Versuche in grösserem Massstabe über die zweckmässigste Art der Stickstoffdüngung bei verschiedenen Früchten ein-

4. In früheren Jahren gebrannt, zu Beginn des Versuches 1888 ziemlich stark mit Heide bewachsen (3. Bericht S. 336).
5. 30 *a*.
6. Wirkung und Nachwirkung einer Düngung von *Phosphorsäure* in Form von *Thomasmehl*, von *Kali* in Form von *Kainit*, von *Stickstoff* in Form von *Chilisalpeter* in steigenden Mengen.
7. a) Kultiviert 1887/88 (3. Bericht S. 336). *Im Jahre 1890 gleichmässig gedüngt pro Hektar mit 200 kg Kali, 175 kg Phosphorsäure, 45 kg Stickstoff.*
 b) 4000 *kg* gebrannter Kalk pro Hektar.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Reihe 1. a) 175 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.
 b) 0, 100 (1), 150 (2), 200 (3), 250 (4) *kg* Kali. 30. Oktober 1891.
 „ 2. a) 250 *kg* Kali, 60 *kg* Stickstoff.
 b) 0, 100 (1), 125 (2), 150 (3), 175 (4) *kg* Phosphorsäure. 30. Oktober 1891.
 „ 3. a) 250 *kg* Kali, 175 *kg* Phosphorsäure.
 b) 0, 15 (1), 30 (2), 45 (3), 60 (4) *kg* Stickstoff. Gabe 1 11. November 1891, Gabe 2 13. April 1892, Gabe 3 14. Mai 1892.
10. Kartoffeln.
11. a) Winterroggen. b) 30. Oktober 1891. d) 30. Juli 1892.
12. Nach der Ernte der Kartoffeln geeggt, zur Saat tief gepflügt, Kunstdünger aufgestreut und eingeeggt, Saat doppelzinkig eingeeggt.
13. a) 21. November 1891: Der Roggen ist aufgegangen und steht gleichmässig. 8. April 1892: Gut durchwintert, von dunkler Farbe. 12. April 1892: Parzellen ohne Kali, kränkliches Aussehen der Pflanzen. 5. Mai 1892: Parzellen ohne Stickstoff, ebenso die ohne Kali sehr zurück. 20. Mai 1892: Parzellen mit voller Düngung zeigen gute Farbe des Roggens, jedoch etwas dünnen Bestand.
14.

Volle Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung						Volle Stickstoff- und Kalidüngung						Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung					
Parzelle	Kali	Ertrag *kg* Korn		Ertrag *kg* Stroh		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag *kg* Korn		Ertrag *kg* Stroh		Parzelle	Stickstoff	Ertrag *kg* Korn		Ertrag *kg* Stroh	
2, 29	0	1225	1500	3500	3600	7, 24	0	1525	1675	4025	3975	12, 19	0	850	825	2200	2100
1, 30	1	1125	1725	3215	4000	6, 25	1	1375	1700	3525	3975	11, 20	1	1025	1250	2475	2900
3, 28	2	1625	1650	4275	4050	8, 23	2	1800	1725	4325	4250	13, 18	2	1550	1625	3600	3900
4, 27	3	1750	1575	4200	3850	9, 22	3	1575	1725	3450	4250	14, 17	3	1700	1700	3850	4125
5, 26	4	1900	1650	4025	3800	10, 21	4	1725	1550	3850	3875	15, 16	4	1650	1510	3825	3810

geleitet, die möglichst lange Zeit fortgesetzt werden sollen und mit analytischen Ermittlungen über den Verlauf der Stickstoffaufnahme verbunden werden, um so diese namentlich für die wirtschaftliche Verwendung des Chilisalpeters wichtige Frage endgültig beantworten zu können.

1. **Versuch No. 2.**
2. Bodenform B.
3. JOH. LAUKENAU in Stellenfelde, Hellweger Moor.
5. 42 Parzellen.
6. Wirkung verschiedener Nährstoffe und verschiedener Mengen auf aus Heide kultiviertem Hochmoor.
7. b) Gekalkt 1889 pro Hektar 4000 *kg* gebrannter Kalk. 1890 und 1891 gedüngt wie 1892.

8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Parzellengruppe 1. a) 175 *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl), 75 *kg* Stickstoff (Chilisalpeter) pro Hektar.
 b) 0, 100 (1), 150 (2), 200 (3), 250 (4) *kg* Kali (Kainit) pro Hektar.
 „ 2. a) 250 *kg* Kali (Kainit), 75 *kg* Stickstoff (Chilisalpeter) pro Hektar.
 b) 0, 100 (1), 125 (2), 150 (3), 175 (4) *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl) pro Hektar.
 „ 3. a) 250 *kg* Kali (Kainit), 175 *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl) pro Hektar.
 b) 0, 30 (1), 45 (2), 60 (3), 75 (4) *kg* Stickstoff (Chilisalpeter) pro Hektar.
10. Winterroggen in gleicher Düngung.
11. a) Kartoffeln. b) 6. und 7. Mai. c) 750 *kg* pro Hektar. d) 29. und 30. September, 1. und 4. Oktober.
12. Nach der Aberntung des Winterroggens wurde das Feld geeggt, danach gepflügt und geeggt, im September tief gepflügt.
14.

Volle Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung					Volle Sticktoff- und Kalidüngung					Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung				
Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*			Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*			Parzelle	Stickstoff	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*		
1, 26, 35	0	9 790	7 750	7 800	7, 15, 40	0	9 500	5 700	3 200	12, 21, 29	0	3 450	2 650	2 900
2, 25, 34	1	18 060	16 500	15 750	6, 16, 39	1	20 010	22 850	21 100	11, 20, 30	1	14 425	10 300	7 350
3, 24, 41	2	19 710	16 950	18 600	13, 17, 38	2	20 350	23 100	18 600	10, 27, 31	2	17 630	13 300	12 150
4, 23, 42	3	20 590	19 350	21 300	14, 18, 37	3	18 260	21 750	18 500	9, 28, 32	3	21 190	16 750	15 400
5, 22, —	4	20 220	18 300	—	19, 36, —	4	18 950	17 900	—	8, 33, —	4	20 830	17 550	—

Versuchsjahr 1892/93.

9. Wie im Vorjahr, nur statt 0, 30, 45, 60, 75 *kg* Stickstoff 0, 15 (1), 30 (2), 45 (3), 60 (4) *kg* pro Hektar.
10. Kartoffeln.
11. a) Roggen. b) 22. Oktober 1892. c) 165 *kg* pro Hektar.

12. Nach der Ernte der Kartoffeln wurde Anfang Oktober tief gepflügt, am 20. Oktober Kainit und Thomasschlacke ausgestreut und eingeeggt, der Roggen doppelzinkig eingeeggt.

13. a) 15. Dezember 1892: Der Roggen steht im allgemeinen gut, nur schlechter, wo einseitig gedüngt worden ist. 3. April 1893: Der Stand ist ziemlich gut, wo alle Nährstoffe gegeben sind. Besonders weit zurück sind die Parzellen ohne Phosphorsäure.

14.

Volle Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung				Volle Stickstoff- und Kalidüngung				Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung			
Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* in *kg* Korn	Stroh	Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* in *kg* Korn	Stroh	Parzelle	Stickstoff	Ertrag pro *ha* in *kg* Korn	Stroh
1	0	1328	3824	7	0	712	1525	12	0	1270	2470
26	0	1560	4329	15	0	810	2500	21	0	1200	2475
35	0	1600	3904	40	0	427	1644	29	0	1400	3050
2	1	3020	5400	6	1	3000	5225	11	1	2250	3800
25	1	3150	5700	16	1	3420	6200	20	1	2040	3875
34	1	2735	4930	39	1	2870	5050	30	1	1850	3450
3	2	3320	5750	13	2	3050	5200	10	2	3070	5250
24	2	3050	5500	17	2	3450	5750	27	2	2120	3950
41	2	2720	5000	38	2	2970	5150	31	2	2155	4050
4	3	3020	5150	14	3	3020	4870	9	3	3050	5450
23	3	3070	5650	18	3	3220	5700	28	3	2600	4350
42	3	2830	4850	37	3	2850	4880	32	3	2635	4650
5	4	2920	5050	19	4	3100	5400	8	4	3270	5700
22	4	3150	5500	36	4	2900	5180	33	4	2750	4750

8. *Versuchsjahr 1893/94.*

9. Wie im Vorjahre 1891/92, *nur erhielten die bislang mit 200 und 250 kg Kali pro Hektar (Parzellen 4, 23, 42 und 5, 22) und mit 150 und 175 kg Phosphorsäure (Parzellen 14, 18, 37 und 19, 36) gedüngten Parzellen keine Kali- oder Phosphorsäuredüngung*, um die Nachwirkung der starken vorhergehenden Düngungen zu ermitteln.

10. Roggen.

11. a) Kartoffeln.

12. Nach der Roggenernte wurde flach gepflügt, dann geeggt, im Herbst tief gepflügt, im Frühjahr geeggt und nochmals tief gepflügt.

13. a) Juni: Die Kartoffeln sind etwas ungleich aufgegangen. Juli: Die Parzellen ohne Stickstoff zeigen ein kümmerliches Aussehen, die ohne Phosphorsäure stehen nicht viel besser, das Fehlen der Kalidüngung macht sich ebenfalls deutlich bemerklich. August: Der Knollenansatz scheint ziemlich gut.

14.

Volle Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung					Volle Stickstoff- und Kalidüngung					Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung				
Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*			Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*			Parzelle	Stickstoff	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*		
1, 26, 35	0	10 028	10 105	10 179	7, 15, 40	0	7 545	8 276	4 705	12, 21, 29	0	4 080	3 670	3 660
2, 25, 34	1	18 555	18 035	15 720	6, 16, 39	1	15 990	18 445	16 475	11, 20, 30	1	7 990	6 965	6 120
3, 24, 41	2	18 560	14 440	13 745	13, 17, 38	2	18 165	19 090	17 010	10, 27, 31	2	12 345	11 015	10 005
4, 23, 42	0[1]	15 925	12 884	13 015	14, 18, 37	0[1]	15 434	19 142	12 370	9, 28, 32	3	15 455	9 115	13 730
5, 22, —	0[1]	14 820	12 747	—	19, 36, —	0[1]	16 805	16 848	—	8, 33, —	4	14 975	15 805	—

8. *Versuchsjahr 1894/95.*

9. Wie 1893/94, nur statt 0, 30, 45, 60, 75 *kg* Stickstoff 0, 15 (1), 30 (2), 45 (3), 60 (4) *kg* pro Hektar.

10. Kartoffeln.

11. a) Roggen mit Untersaat von Serradella. b) Roggen 20. Oktober 1894, Serradella 18. Mai 1895. c) Roggen 150 *kg*, Serradella 50 *kg*. Parzellen 1—7, 15—21 erhielten irrtümlich noch am 20. Juni eine Untersaat von 75 *kg* gelben Lupinen pro Hektar.

14.

Volle Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung				Volle Stickstoff- und Kalidüngung				Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung			
Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* in *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* in *kg*		Parzelle	Stickstoff	Ertrag pro *ha* in *kg*	
		Korn	Stroh			Korn	Stroh			Korn	Stroh
1	0	604	2184	7	0	119	594	12	0	250	630
26	0	682	2667	15	0	170	692	21	0	250	730
35	0	636	2402	40	0	180	600	29	0	270	800
2	1	1150	2390	6	1	1010	2350	11	1	600	1385
25	1	1070	2610	16	1	1050	2150	20	1	600	1280
34	1	1030	2200	39	1	1000	2100	30	1	600	1250
3	2	1265	2630	13	2	1100	2330	10	2	780	1785
24	2	930 ?	2175	17	2	1000	2100	27	2	620	1580
41	2	1220	2450	38	2	1050	2300	31	2	770	1525
4	0	1170	2386	14	0	1165	2267	9	3	940	2300
23	0	860	2178	18	0	1106	2284	28	3	800	2020
42	0	1307	2440	37	0	1000	2349	32	3	930	1950
5	0	1158	2444	19	0	1094	2224	8	4	1150	2465
22	0	900	2178	36	0	946	2229	33	4	870	2220

[1]) Zur Feststellung der Nachwirkung der früheren Düngung.

Die Serradella gelangte nach der Aberntung des Roggens zu guter Entwicklung, soweit die Parzellen voll gedüngt waren, die übrigen standen mässig. Gewichtsermittlungen wurden nicht angestellt, die Gründüngung vor Winter untergebracht.

8. *Versuchsjahr 1895/96.*
9. a) Wie im Vorjahr.
 b) Desgleichen, nur erhielten Parzellen 12, 21 und 29 0 *kg*, 11, 20 und 30 15 *kg* (1), 10, 27 und 31 22 *kg* (2), alle übrigen 30 *kg* (3) Stickstoff pro Hektar.
10. Roggen mit Serradella und Lupinen (Parzellen 1 bis 7, 15 bis 21 s. o.).
11. a) Kartoffeln. b) 3. Mai 1896. c) 543 *kg* pro Hektar.
14.

Volle Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung					Volle Stickstoff- und Kalidüngung					Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung				
Parzelle	Kali	Ertrag an Knollen pro *ha* *kg*			Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag an Knollen pro *ha* *kg*			Parzelle	Stickstoff	Ertrag an Knollen pro *ha* *kg*		
1, 26, 35	0	10 500	12 000	13 550	7, 15, 40	0	13 200	14 300	15 300	12, 21, 29	0	18 000	15 050	8 950
2, 25, 34	1	17 100	23 250	23 800	6, 16, 39	1	17 700	24 900	20 600	11, 20, 30	1	18 500	21 500	17 200
3, 24, 41	2	18 850	22 200	19 700	13, 17, 38	2	22 650	24 300	22 350	10, 27, 31	2	18 250	22 500	21 800
4, 23, 42	0	16 100	20 400	20 400	14, 18, 37	0	21 200	24 350	23 850	9, 28, 32	3	20 800	21 450	24 350
5, 22, —	0	15 300	18 050	—	19, 36, —	0	22 050	22 250	—	8, 33, —	3	19 900	22 250	—

Der Versuch wurde im Jahre 1896 abgebrochen, da sich bei demselben ein weiter unten zu besprechender Übelstand stark bemerkbar machte, der zu einer Änderung der Versuchsausführung überhaupt Veranlassung gab.

1. **Versuch No. 3a und 3b.**
2. 3a) Bodenform C, 3b) Bodenform B.
3. H. Tanke in Hintzendorf, Hellweger Moor.
4. *Die Parzellen 1 bis 16 waren unmittelbar vorher durch Brandkultur genutzt. Die Parzellen 17 bis 32 lagen in Heide und waren vor 51 Jahren durch Brandkultur erschöpft worden.*
5. 32 *a*.
6. Wirkung von Kali und Phosphorsäure in verschiedenen Mengen.
7. b) 1890 mit 4579 *kg* Kreide von Hertha gekalkt. Gedüngt wie 1891/92.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Parzellengruppe 1. a) 160 *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl), 60 *kg* Stickstoff (Chilisalpeter) pro Hektar.
 b) 0, 75 (1), 150 (2), 225 (3) *kg* Kali (Kainit) pro Hektar.

 „ 2. a) 225 *kg* Kali (Kainit), 60 *kg* Stickstoff (Chilisalpeter) pro Hektar.
 b) 0, 40 (1), 80 (2), 120 (3) *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl) pro Hektar.

10. Kartoffeln.

11. a) Kartoffeln. b) 6. und 7. Mai. c) 990 *kg* pro Hektar (rote Junker). d) 28. September.

12. Im Herbst wurde das Feld gepflügt, darauf geeggt, im Oktober tief gepflügt, Anfang Mai tief zur Saat gepflügt.

13. a) 11. Juni: Die Kartoffeln gehen etwas ungleich auf. 25. Juli: Die Ungleichmässigkeit im Aufgehen ist noch nicht völlig ausgeglichen. Auf den Parzellen ohne Kali sind die Kartoffeln dunkler im Laub, jedoch nur halb so hoch, als bei voller Düngung, ebenso auf den Parzellen ohne Phosphorsäure auf dem Heideland.

14.

Volle Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung								Volle Kali- und Stickstoffdüngung							
gebranntes Land				nicht gebranntes Land				gebranntes Land				nicht gebranntes Land			
Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*		Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*	
2, 11	0	5 850	3 840	19, 30	0	7 290	6 480	6, 15	0	11 220	9 815	23, 26	0	4 340	3 240
3, 10	1	11 770	11 790	22, 31	1	11 860	10 850	7, 14	1	15 570	19 390	18, 27	1	17 630	10 515
4, 9	2	13 620	15 410	21, 32	2	11 660	11 790	8, 13	2	12 160	16 540	17, 28	2	17 150	11 890
1, 12	3	16 850	12 200	24, 29	3	13 715	12 300	5, 16	3	18 000	15 250	20, 25	3	12 960	11 630

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Wie im Vorjahr.

10. Kartoffeln.

11. a) Roggen. b) 18. Oktober 1892. c) 165 *kg* pro Hektar. d) 16. Aug. 1893.

12. Nach der Kartoffelernte tief gepflügt, Kunstdünger gestreut und eingeeggt, dann gesät.

13. a) 3. April: Roggen steht (wahrscheinlich infolge ungleichmässiger Aussaat) nicht gleichmässig. 9. Juni: Stand des Roggens auf den voll gedüngten Parzellen recht gut.

14.

Volle Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung								Volle Kali- und Stickstoffdüngung							
gebranntes Land				nicht gebranntes Land				gebranntes Land				nicht gebranntes Land			
Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* in *kg*		Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* in *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* in *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* in *kg*	
		Korn	Stroh			Korn	Stroh			Korn	Stroh			Korn	Stroh
2	0	1850	3620	19	0	1855	3385	6	0	1360	2520	23	0	75	296
11	0	2075	3775	30	0	1470	3060	15	0	950	2500	26	0	70	277
3	1	2500	4150	22	1	2750	4300	7	1	2400	4000	18	1	2850	4550
10	1	2750	4550	31	1	2700	4350	14	1	2650	4250	27	1	2300	4400
4	2	2600	4250	21	2	2550	4000	8	2	2500	4000	17	2	3050	4600
9	2	2850	4400	32	2	2350	4050	13	2	2500	4000	28	2	2950	4600
1	3	3100	4550	24	3	3000	4500	5	3	2350	4150	20	3	3000	4750
12	3	2850	4500	29	3	2300	4300	16	3	2500	4050	25	3	2500	4150

8. *Versuchsjahr 1893/94.*
9. a) und b) wie 1892/93.
10. Roggen.
11. a) Kartoffeln. b) 9. Mai. c) 1035 *kg*. d) 26. September.
12. Nach der Roggenernte flach gepflügt, dann geeggt, später tief gepflügt, im Frühjahr geeggt, dann tief gepflügt und geeggt.
13. a) Kartoffeln sind ungleich aufgegangen. Juli: Die Kartoffeln auf den Parzellen ohne Phosphorsäure bleiben stark zurück, am meisten bei den auf der Heidefläche; ebenso sind die Parzellen ohne Kali zurück. August: Stand auf den voll gedüngten Parzellen ziemlich gut.
14.

Volle Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung								Volle Kali- und Stickstoffdüngung							
gebranntes Land				nicht gebranntes Land				gebranntes Land				nicht gebranntes Land			
Parzelle	Kali	Ertrag an Knollen pro *ha* *kg*		Parzelle	Kali	Ertrag an Knollen pro *ha* *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag an Knollen pro *ha* *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag an Knollen pro *ha* *kg*	
2, 11	0	8 165	8 689	19, 30	0	9 617	12 075	6, 15	0	7 299	6 612	23, 26	0	4 769	3 463
3, 10	1	13 085	13 775	22, 31	1	14 675	14 980	7, 14	1	12 335	13 855	18, 27	1	12 680	14 570
4, 9	2	11 825	14 405	21, 32	2	15 550	13 805	8, 13	2	11 524	13 020	17, 28	2	14 595	11 840
1, 12	3	12 120	12 685	24, 29	3	10 905	15 385	5, 16	3	12 700	13 400	20, 25	3	12 230	13 655

8. *Versuchsjahr 1894/95.*
9. Wie im Vorjahr, nur die Parzellen 1, 12, 24, 29 erhielten kein Kali, 5, 16, 20, 25 keine Phosphorsäure, um die Nachwirkung der vorhergehenden starken Düngungen zu beobachten.
10. Kartoffeln.
11. a) Roggen. b) 26. Oktober. c) 150 *kg*. d) 19. und 20. August.
12. S. Versuchsjahr 1892/93.
14.

Volle Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung								Volle Kali- und Stickstoffdüngung							
gebranntes Land				nicht gebranntes Land				gebranntes Land				nicht gebranntes Land			
Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* in *kg*		Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* in *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* in *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* in *kg*	
		Korn	Stroh			Korn	Stroh			Korn	Stroh			Korn	Stroh
2	0	820	3057	19	0	1370	4260	6	0	533	1436	23	0	178	740
11	0	1056	3550	30	0	904	3443	15	0	301	887	26	0	22	144
3	1	1310	3240	22	1	1840	3955	7	1	880	2135	18	1	1645	3775
10	1	1215	2900	31	1	1615	3565	14	1	1040	2460	27	1	1665	3690
4	2	1260	2745	21	2	1780	3690	8	2	980	2450	17	2	2090	4115
9	2	1545	3180	32	2	1555	3515	13	2	1200	2690	28	2	1410	3465
1	0	1010	2475	24	0	1155	2335	5	0	900	2380	20	0	1440	3150
12	0	930	2330	29	0	1555	3365	16	0	900	2200	25	0	1835	3675

8. *Versuchsjahr 1895/96.*
9. Wie 1894/95.
10. Roggen.
11. a) Kartoffeln. b) 1. Mai. c) 768,8 *kg* pro Hektar. d) 5. Oktober.
12. Wie 1892/93.
14.

Volle Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung								Volle Kali- und Stickstoffdüngung							
gebranntes Land				nicht gebranntes Land				gebranntes Land				nicht gebranntes Land			
Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*		Parzelle	Kali	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag pro *ha* an Knollen *kg*	
2, 11	0	8 820	7 330	19, 30	0	9 310	7 500	6, 15	0	12 530	9 630	23, 26	0	8 120	8 610
3, 10	1	13 370	14 460	22, 31	1	14 350	14 610	7, 14	1	15 310	10 200	18, 27	1	14 400	10 820
4, 9	2	12 330	13 350	21, 32	2	12 940	15 300	8, 13	2	15 160	10 210	17, 28	2	12 530	8 900
1, 12	0	12 900	12 240	24, 29	0	14 740	11 010	5, 16	0	13 100	10 440	20, 25	0	9 420	11 740

1. **Versuch No. 4** (3. Bericht No. 3 und 4, S. 337 bis 339).
2. Bodenform B.
3. H. Hesse in Hintzendorf.
4. Vor 40 Jahren gebrannt, seither mit Heide bewachsen.
5. 30 *a*.
6. Nachwirkung einer gleichmässigen Düngung mit Kainit, Thomasmehl und Chilisalpeter auf vorher verschiedenartig mit denselben Düngemitteln gedüngtem Hochmoorboden.
7. a) Kultiviert 1888/89.
 b) Gekalkt Herbst 1889, 4000 *kg* gebrannter Kalk pro Hektar.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Bis 1890 wie 1891/92 (s. u.). *1890 (Herbst) gleichmässig pro Hektar 200 kg Kali als Kainit, 150 kg Phosphorsäure als Thomasmehl, 60 kg Stickstoff als Chilisalpeter.*

 1891 Reihe 1. a) 175 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.
 b) 0, 100 (1), 150 (2), 200 (3), 250 (4) *kg* Kali.

 „ 2. a) 250 *kg* Kali, 60 *kg* Stickstoff.
 b) 0, 100 (1), 125 (2), 150 (3), 175 (4) *kg* Phosphorsäure.

 „ 3. a) 250 *kg* Kali, 175 *kg* Phosphorsäure.
 b) 0, 15 (1), 30 (2), 45 (3), 60 (4) *kg* Stickstoff. 1. Gabe Stickstoff, 15 *kg* pro Hektar, 3. November 1891; 2. Gabe 8. April 1892; 3. Gabe 5. Mai; 4. Gabe 11. Juni.
10. Kartoffeln.

11. a) Winterroggen. b) 23. Oktober 1891. c) 155 *kg* pro Hektar. d) 4. und 5. August 1892.
12. Nach der Ernte der Kartoffeln geeggt, Mitte Oktober ziemlich tief zur Saat gepflügt, den Kunstdünger eingeeggt, sodann den Saatroggen doppelzinkig eingeeggt.
13. Im November stand die Frucht etwas dünn, kam mässig durch den Winter und erholte sich auch nicht in wünschenswerter Weise im Frühjahr bei trockenem und kaltem Wetter und heftigen Nachtfrösten. Der Bestand blieb infolgedessen dünn.
14.

Volle Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung						Volle Stickstoff- und Kalidüngung						Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung					
Parzelle	Kali	Ertrag in *kg* Korn		Ertrag in *kg* Stroh		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag in *kg* Korn		Ertrag in *kg* Stroh		Parzelle	Stickstoff	Ertrag in *kg* Korn		Ertrag in *kg* Stroh	
1, 26	0	900	950	2700	2400	16, 21	0	925	1185	2800	2925	7, 11	0	300	250	1100	750
2, 30	1	1000	1175	2800	2650	20, 22	1	1020	1075	2900	3225	10, 12	1	550	610	1350	1625
3, 29	2	1025	1200	2900	2700	19, 23	2	1075	1100	2965	2900	9, 13	2	820	725	2050	2050
4, 28	3	915	1100	2850	2925	18, 24	3	975	1175	2950	3050	8, 14	3	1000	1150	2650	3050
5, 27	4	1000	1050	2725	2700	17, 25	4	1000	1100	2750	2500	6, 15	4	1050	760	2975	2450

1. **Versuch No. 5.**
2. Bodenform C.
3. Fr. Behling in Stellenfelde, Hellweger Moor.
4. Bis 1889 zu Buchweizenbau gebrannt (ausgebrannt). Kultiviert 1890.
5. 40 *a*.
6. Wirkung verschiedener Nährstoffe in Form von Kainit, Thomasmehl und Chilisalpeter auf ausgebranntem Hochmoorland zu verschiedenen Früchten.
7. b) 3000 *kg* gebrannter Kalk. Herbst 1890.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Reihe 1. a) 175 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.
 b) 0, 100 (1), 150 (2), 200 (3), 250 (4) *kg* Kali pro Hektar.
 „ 2. a) 250 *kg* Kali, 60 *kg* Stickstoff.
 b) 0, 100 (1), 125 (2), 150 (3), 175 (4) *kg* Phosphorsäure pro Hektar.
 „ 3. a) 250 *kg* Kali, 175 *kg* Phosphorsäure.
 b) 0, 15 (1), 30 (2), 45 (3), 60 (4) *kg* Stickstoff pro Hektar
10. Kartoffeln in gleicher Düngung.
11. a) Winterroggen. b) 24. Oktober 1891. c) 155 *kg*. d) 29. und 30 Juli 1892.
12. Nach der Ernte der Kartoffeln: Mitte Oktober zur Saat gepflügt, Kunstdünger gestreut, Saat doppelt eingeeggt.
13. Der Roggen lief gleichmässig und zeigte im Herbst gutes Blatt und gute Farbe. Im April trat die Wirkung der verschiedenen Düngung deutlich hervor. Die Entwicklung wird durch trockne, kalte Winde und Nachtfröste gehemmt, so dass Ende Mai der Stand des Roggens noch ein sehr schwacher ist. Erst die Ende Mai einsetzende wärmere Temperatur verursachte ein freudigeres Wachstum des Roggens.

14.

Volle Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung				Volle Stickstoff- und Kalidüngung				Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung			
Parzelle	Kali	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Stickstoff	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh
1	0	140	900	6	0	640	2100	15	0	870	1830
19	0	200	800	21	0	740	2200	30	0	770	1350
38	0	400	1200	35	0	740	2400	32	0	700	1600
2	1	1520	3100	7	1	1620	3650	14	1	1030	2350
20	1	1520	3150	22	1	1570	3550	29	1	950	1900
3	2	1450	3350	8	2	1370	3350	13	2	1370	3200
18	2	1270	2700	23	2	1720	3800	28	2	1170	2400
4	3	1370	3280	9	3	1570	3600	12	3	1370	3100
17	3	1370	2950	24	3	1270	2800	27	3	1500	3050
5	4	1720	4050	10	4	1400	3500	11	4	1620	3390
16	4	1670	3450	25	4	1650	3500	26	4	1550	3250
31	4	1520	3400	34	4	2070	4700	37	4	1720	3550
33	4	1750	3680	36	4	1000	2250	39	4	1600	3200
								40	4	1600	3350

8. *Versuchsjahr 1892/93.*
9. Düngung wie im Vorjahr.
10. Winterroggen.
11. a) Hafer. b) 17. April 1893. d) 23. August 1893.
12. Im Oktober tief zur Saat gepflügt.
14.

Volle Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung				Volle Stickstoff- und Kalidüngung				Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung			
Parzelle	Kali	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Stickstoff	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh
1	0	1340	2670	6	0	640	1800	15	0	650	1250
19	0	700	2160	21	0	835	1925	30	0	350	900
38	0	800	1600	35	0	600	1500	32	0	400	900
2	1	1320	2750	7	1	1800	3600	14	1	1300	2200
20	1	1700	3300	22	1	1820	3550	29	1	600	1350
3	2	1800	3600	8	2	1850	3400	13	2	1550	2650
18	2	1450	3050	23	2	1930	3550	28	2	1100	2100
4	3	1920	3850	9	3	1500	3350	12	3	1850	3350
17	3	1450	3220	24	3	1550	3000	27	3	1470	2850
5	4	1550	3150	10	4	1800	3500	11	4	1800	3450
16	4	1650	3380	25	4	1450	3100	26	4	1500	2900
31	4	1000	2350	34	4	1370	3050	37	4	1320	2950
33	4	1500	3500	36	4	1300	2870	39	4	1650	2900
								40	4	1600	3200

8. *Versuchsjahr 1893/94.*

9. Düngung wie im Vorjahr, nur statt
0, 15 (1), 30 (2), 45 (3), 60 (4) *kg* Stickstoff
0, 30 (1), 45 (2), 60 (3), 75 (4) „ „ .

10. Hafer.

11. a) Kartoffeln. b) 8. und 9. Mai. c) 1139 *kg* pro Hektar. d) 17. bis 19. September 1894.

12. Im Herbst 1893 flach gepflügt, geeggt, später tief gepflügt; im Frühjahr 1894 geeggt, tief gepflügt und geeggt.

13. Juni 1894: Ungleichmässiges Aufgehen der Kartoffeln.

14.

Volle Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung			Volle Stickstoff- und Kalidüngung			Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung		
Parzelle	Kali	Ertrag in *kg*	Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag in *kg*	Parzelle	Stickstoff	Ertrag in *kg*
1	0	8 092	6	0	10 388	15	0	2 870
19	0	9 150	21	0	9 483	30	0	1 250
38	0	11 443	35	0	10 134	32	0	1 031
2	1	13 485	7	1	12 935	14	1	5 455
20	1	11 580	22	1	12 260	29	1	4 265
3	2	13 905	8	2	13 725	13	2	9 040
18	2	12 700	23	2	12 385	28	2	6 765
4	3	13 005	9	3	12 625	12	3	12 105
17	3	12 715	24	3	11 820	27	3	8 965
5	4	14 225	10	4	13 400	11	4	13 200
16	4	11 550	25	4	11 620	26	4	11 370
31	4	10 850	34	4	10 580	37	4	11 880
33	4	10 910	36	4	11 345	39	4	11 915
						40	4	10 990

8. *Versuchsjahr 1894/95.*

9. Düngung wie 1892/93, *nur erhielten Parzellen 4, 17 (bisher mit 200 kg Kali pro Hektar gedüngt), 5, 16, 31 und 33 (bisher mit 250 kg Kali pro ha gedüngt) kein Kali, Parzellen 9, 24 (bisher mit 150 kg Phosphorsäure gedüngt), 10, 25, 34 und 36 (bisher mit 175 kg Phosphorsäure gedüngt) keine Phosphorsäure,* um die Nachwirkung der vorhergehenden starken Düngungen zu ermitteln.

10. Kartoffeln.

11. a) Winterroggen. b) 22. Oktober 1894. c) 150 *kg.* d) 10. bis 12. August 1895.

13. Der Roggen kam sehr schlecht durch den Winter und litt im Frühjahr sehr ungleichmässig durch Schneewasser und Frost. Die Parzellen 31 bis 40 sind aus dem Grunde gänzlich ausgeschaltet worden.

14.

Volle Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung				Volle Stickstoff- und Kalidüngung				Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung			
Parzelle	Kali	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Stickstoff	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh
1	0	1152	2946	6	0	667	2311	15	0	500	1180
19	0	1522	3714	21	0	904	2340	30	0	330	860
2	1	1445	2130	7	1	1330	3010	14	1	910	1980
20	1	1530	3240	22	1	1590	3555	29	1	550	1325
3	2	1355	2580	8	2	1120	2990	13	2	1050	2240
18	2	1460	3050	23	2	1025	2280	28	2	880	1920
4	0	1135	3125	9	0	1210	2670	12	3	1370	3040
17	0	1125	2610	24	0	1128	2424	27	3	1100	2425
5	0	1100	3000	10	0	1167	2763	11	4	1500	3140
16	0	1040	2440	25	0	1170	2494	26	4	1275	2600

1. **Versuch No. 6** (3. Bericht S. 341).
2. Bodenform D.
3. Gellner in Giersdorf, Hellweger Moor.
4. Nicht ausgetorftes Hochmoor, das längere Zeit zur Streugewinnung gedient hat, wodurch sämtliche Heideerde fortgeschafft worden ist. Die aus Moostorf gebildete Oberfläche liegt gegen das angrenzende Land tiefer.
5. 30 *a*.
6. Wirkung und Nachwirkung verschiedener Mengen Kali als Kainit, Phosphorsäure als Thomasphosphatmehl und Stickstoff als Chilisalpeter.
7. b) Gekalkt Herbst 1888 mit 4000 *kg* gebranntem Kalk pro Hektar.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Im Jahre 1890 war die vorher verschieden gedüngte Fläche *gleichmässig zu Winterroggen gedüngt worden pro Hektar mit 200 kg Kali, 175 kg Phosphorsäure, 15 + 30 kg Stickstoff. In den nachfolgenden Jahren wurde sie wie vor 1890 wie folgt verschieden gedüngt.*

 1891/92: Reihe 1. a) 175 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.
 b) 0, 100 (1), 150 (2), 200 (3), 250 (4) *kg* Kali.
 „ 2. a) 250 *kg* Kali, 60 *kg* Stickstoff.
 b) 0, 100 (1), 125 (2), 150 (3), 175 (4) *kg* Phosphorsäure.
 „ 3. a) 250 *kg* Kali, 175 *kg* Phosphorsäure.
 b) 0, 15 (1), 30 (2), 45 (3), 60 (4) *kg* Stickstoff.
10. Kartoffeln in gleicher Düngung.
11. a) Winterroggen. b) 24. Oktober 1891. c) 170 *kg* pro Hektar. d) 29. Juli. e) 9. August.

12. Nach der Ernte der Kartoffeln wurde das Feld geebnet, geeggt, ziemlich tief zur Saat gepflügt, Kunstdünger gestreut und eingeeggt.

13. 14. November 1891: Gleichmässiger Stand des Roggens. 4. April 1892: Die Parzellen ohne Kali sind zurück. 13. April: Der Bestand leidet stark durch Nachtfröste, dürre und kalte Winde. 5. Mai 1892: Die Entwicklung ist wegen der Ungunst des Wetters wenig befriedigend. Parzellen No. 25 und 26 haben durch Brennen einer anliegenden Fläche etwas gelitten, sehr wenig Parzelle 27.

14.

Volle Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung				Volle Stickstoff- und Kalidüngung				Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung			
Parzelle	Kali	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Stickstoff	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh
1	0	848	1971	2	0	1175	2907	3	0	350	1125
28	0	1000	2390	29	0	1050	2375	30	0	250	875
7	1	1035	2395	8	1	1050	2575	9	1	450	1375
22	1	900	2325	23	1	1000	2575	24	1	450	1175
13	2	950	2425	14	2	950	2375	15	2	550	1775
16	2	850	2175	17	2	1000	2725	18	2	750	2075
10	3	1000	2525	11	3	1010	2575	12	3	914	2335
19	3	1400	2475	20	3	1000	2575	21	3	700	2075
4	4	1150	2975	5	4	1250	2775	6	4	1200	2625
								27	4	1120	2575

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Düngung wie im Vorjahr. Frühjahr 1893 erhielt die ganze Fläche in gleichmässiger Verteilung pro Hektar 30 000 *kg* Seeschlick mit Rücksicht auf den unter Hafer anzubauenden Klee.

10. Roggen.

11. a) Hafer mit Untersaat von Klee und Gras. b) Hafer 17. April, Klee und Gras (4 *kg* Trifolium pratense, 6 *kg* Trifolium hybridum, 3 *kg* Phleum pratense, 4 *kg* Avena elatior, 7 *kg* Lolium italicum, 4 *kg* Dactylis glomerata, 0,8 *kg* Carum Carvi) 18. Mai. d) 14. Augnst. e) 31. August.

12. Nach der Roggenernte: Herbst 1892 flach gepflügt, später geeggt, im November tief gepflügt, Kainit und Thomasmehl auf die rauhe Furche gestreut.

13. b) Die Ackerkrume ist im April sehr locker und trocken. Der Hafer erreicht nur einen dünnen Stand.

14.

Volle Phosphorsäure- und Stickstoffdüngung				Volle Stickstoff- und Kalidüngung				Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung			
Parzelle	Kali	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Stickstoff	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh
1	0	430	2050	2	0	130	1350	3	0	40	550
28	0	180	950	29	0	280	950	30	0	80	450
7	1	480	2750	8	1	430	2400	9	1	100	1000
22	1	180	1800	23	1	280	1850	24	1	80	950
13	2	380	2200	14	2	380	2200	15	2	230	1300
16	2	250	2050	17	2	330	2300	18	2	180	1500
10	3	380	2350	11	3	280	2200	12	3	280	1850
19	3	360	2120	20	3	330	1850	21	3	230	1500
4	4	430	2150	5	4	580	2100	6	4	530	2700
25	4	380	2050	26	4	430	2300	27	4	340	1700

8. *Versuchsjahr 1893/94.*
9. Düngung wie im Vorjahr, *nur erhielten, um die Nachwirkung der vorhergehenden starken Düngungen zu prüfen, die Parzellen 10, 19, 4, 25 kein Kali, 11, 20, 5, 26 keine Phosphorsäure*; *Stickstoff wurde nirgends gegeben.*
10. Hafer mit Untersaat von Klee und Gras.
11. Klee und Gras. Im Frühjahr 1894 wird eine Nachsaat gegeben pro Hektar von 1,25 *kg* Trifolium pratense, 1,667 *kg* Trifolium hybridum, 0,833 *kg* Phleum pratense, 1,250 *kg* Avena elatior, 2,085 *kg* Lolium italicum, 1,250 *kg* Dactylis glomerata.

14.

Volle Phosphorsäuredüngung				Volle Kalidüngung				Volle Phosphorsäure- und Kalidüngung			
Parzelle	Kali	Ertrag an grüner Masse *kg* 1. Schnitt	Ertrag an grüner Masse *kg* 2. Schnitt	Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag an grüner Masse *kg* 1. Schnitt	Ertrag an grüner Masse *kg* 2. Schnitt	Parzelle	Stickstoff[1])	Ertrag an grüner Masse *kg* 1. Schnitt	Ertrag an grüner Masse *kg* 2. Schnitt
1	0	11 100	3600	2	0	16 600	7300	3	0	15 600	4780
28	0	9 400	4350	29	0	13 450	6700	30	0	14 250	5200
7	1	11 400	4230	8	1	12 400	4000	9	0	14 150	4558
22	1	14 850	6500	23	1	17 000	6600	24	0	16 400	5550
13	2	19 450	2700	14	2	11 550	2780	15	0	11 550	3775
16	2	14 450	6100	17	2	14 750	5450	18	0	17 050	6200
10	0	19 400	3600	11	0	8 600	3225	12	0	10 450	3900
19	0	12 950	5350	20	0	10 100	4775	21	0	11 950	5220
4	0	11 550	4975	5	0	10 350	4600	6	0	11 800	5950
25	0	8 900	5650	26	0	8 450	5675	27	0	9 200	5820

[1]) Düngung im Jahre 1892/93 0, 15, 30, 45, 60 *kg* Stickstoff pro Hektar.

1. **Versuch No.** 7 (3. Bericht S. 339).
2. Bodenform B. Vor 40 Jahren zuletzt gebrannt, seitdem mit Heide bestanden.
3. J. Gellner in Giersdorf, Hellweger Moor.
4. Kultiviert 1888/89.
5. 30 *a*.
6. Wirkung und Nachwirkung verschiedener Nährstoffe auf aus Heide urbar gemachtem Land.
7. Gekalkt 1889, 3000 *kg* gebrannter Kalk pro Hektar.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Reihe 1. a) 175 *kg* Phosphorsäure in Thomasmehl, 60 *kg* Stickstoff in Chilisalpeter.
 b) 0, 100 (1), 150 (2), 200 (3), 250 (4) *kg* Kali in Kainit.
 „ 2. a) 250 *kg* Kainit, 60 *kg* Stickstoff.
 b) 0, 100 (1), 125 (2), 150 (3), 175 (4) *kg* Phosphorsäure.
 „ 3. a) 250 *kg* Kainit, 175 *kg* Phosphorsäure.
 b) 0, 15 (1), 30 (2), 45 (3), 60 (4) *kg* Stickstoff.
10. Kartoffeln in gleicher Düngung.
11. a) Winterroggen. b) 29. Oktober 1891. c) 170 *kg*. d) 5. August 1892. e) 12. August 1892.
12. Mitte Oktober zur Saat gepflügt, den Kunstdünger eingeeggt, die Saat doppelt eingeeggt.
13. a) 14. November: Der Roggen steht gleichmässig und gut. Die erste Gabe Chilisalpeter an demselben Tage verabfolgt. 13. April: Der Roggen hat sich mässig entwickelt. 5. Mai: Im allgemeinen ziemlich befriedigender Stand auf den nicht einseitig gedüngten Parzellen, etwas dünner Bestand. Kaltes, dürres Wetter und anhaltende Nachtfröste hemmen die Entwicklung des Roggens. 27. Mai: Wesentliche Besserung im Stand nach warmem Regen.
14.

Volle Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung				Volle Kali- und Stickstoffdüngung				Volle Phosphorsäure- und Kalidüngung			
Parzelle	Kali	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh	Parzelle	Stickstoff	Ertrag in *kg* Korn	Ertrag in *kg* Stroh
1	0	875	2050	2	0	50	550	3	0	675	1600
28	0	400	1750	29	0	100	800	30	0	725	1700
7	1	1435	3212	8	1	1725	3900	9	1	850	1950
22	1	1450	3250	23	1	1650	3500	24	1	1050	2250
13	2	1475	3050	14	2	1425	3200	15	2	1250	2800
16	2	1475	3250	17	2	1550	3300	18	2	1200	2700
10	3	1675	3750	11	3	1650	3650	12	3	1500	3300
19	3	1550	3450	20	3	1425	3250	21	3	1400	3200
4	4	1475	3200	5	4	1450	3200	6	4	1425	3200
25	4	1550	3250	26	4	1550	3300	27	4	1475	3200

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Wie im Vorjahre, ausserdem Seeschlick am 23. und 24. April 1893, wie Versuch 6.

10. Roggen.

11. a) Hafer mit Untersaat von Klee und Gras (wie bei Versuch 6). b) Hafer 13. April, Klee und Gras 18. Mai. c) Wie bei Versuch 7. d) 15. August 1893. e) 31. August und 1. September 1893.

12. Nach der Roggenernte im Herbst flach gepflügt, geeggt, dann zur Saat gepflügt und den Kunstdünger auf die rauhe Furche gestreut.

13. a) 13. Mai: Der Hafer leidet stark unter der Dürre.

14.

Volle Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung				Volle Kali- und Stickstoffdüngung				Volle Kali- und Phosphorsäuredüngung			
Parzelle	Kali	Ertrag in *kg*		Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag in *kg*		Parzelle	Stickstoff	Ertrag in *kg*	
		Korn	Stroh			Korn	Stroh			Korn	Stroh
1	0	930	2970	2	0	780	2650	3	0	430	1450
28	0	780	2750	29	0	830	2850	30	0	330	1300
7	1	1050	3450	8	1	1080	3600	9	1	830	2450
22	1	980	3350	23	1	1030	3400	24	1	580	1750
13	2	880	3100	14	2	1080	3500	15	2	880	2600
16	2	1080	3750	17	2	930	3500	18	2	630	2350
10	3	980	3500	11	3	1080	3850	12	3	980	3250
19	3	1080	3600	20	3	930	3350	21	3	840	2850
4	4	1040	3500	5	4	1030	3500	6	4	1030	3450
25	4	1080	3500	26	4	1030	3300	27	4	830	3000

8. *Versuchsjahr 1893/94.*

9. Wie im Vorjahr, jedoch erhielten *Parzellen 10, 19, 4, 25 kein Kali, 11, 20, 5, 26 keine Phosphorsäure und sämtliche Parzellen keinen Stickstoff.*

10. Hafer als Überfrucht für Klee und Gras. Nachsaat von Klee und Gras im Frühjahr 1894.

11. a) Klee und Gras. d) 1. Schnitt 23. und 25. Juni, 2. Schnitt 28. August 1894.

12. a) Klee hat im Winter stark gelitten; Nachsaat ist nötig. Im Mai 8,3 *kg* des im Vorjahr eingesäten Gemisches nachgesät. Juni: Die Nachsaat ist ziemlich gut aufgegangen.

14.

Volle Phosphorsäuredüngung				Volle Kalidüngung				Volle Phosphorsäure- und Kalidüngung			
Parzelle	Kali	Ertrag an grüner Masse *kg* 1. Schnitt	2. Schnitt	Parzelle	Phosphorsäure	Ertrag an grüner Masse *kg* 1. Schnitt	2. Schnitt	Parzelle	Stickstoff[1])	Ertrag an grüner Masse *kg* 1. Schnitt	2. Schnitt
1	0	9 050	3 920	2	0	8 300	5 460	3	0	19 800	11 275
28	0	6 350	3 550	29	0	5 800	3 950	30	0	21 400	12 350
7	1	14 600	9 075	8	1	16 700	11 900	9	0	20 500	12 100
22	1	16 600	9 950	23	1	16 800	11 500	24	0	19 900	9 600
13	2	14 150	9 850	14	2	16 550	11 100	15	0	19 400	12 200
16	2	17 600	10 700	17	2	17 900	10 700	18	0	19 100	10 900
10	0	16 600	9 960	11	0	14 700	11 880	12	0	14 350	9 025
19	0	17 550	8 900	20	0	15 550	9 950	21	0	15 850	9 900
4	0	12 700	9 450	5	0	10 850	10 300	6	0	12 100	8 900
25	0	13 900	12 600	26	0	14 500	13 400	27	0	13 100	11 850

Zusammenstellung der Ergebnisse.

a) Wirkung und Nachwirkung einer Kalidüngung.

Grunddüngung: Ausreichende Mengen von Stickstoff und Phosphorsäure.
Differenzdüngung: Kali in verschiedenen Mengen.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Ertrag in *kg* — *Kali*-Düngung im Versuchsjahr pro *ha*: 0 *kg*	100 *kg*	150 *kg*	200 *kg*	250 *kg*
	Im Jahre 1890/91 gleichmässig gedüngt mit 200 kg Kali pro Hektar.						
1.	Fricke, Schanzendorf 1891/92	Roggen: K.[2])	1 363	1 425	1 638	1 663	1 775
		St.	3 550	3 608	4 163	4 025	3 913
2.	Lankenau, Stellenfelde 1891/92	Kartoffeln	8 447	16 770	18 420	20 413	19 260
	1892/93	Roggen: K.	1 463	2 968	3 030	2 973	3 035
		St.	4 014	5 343	5 417	5 217	5 275
	1893/94	Kartoffeln	10 104	17 437	15 582	kein Kali 13 941	kein Kali 13 783
	1894/95	Roggen: K.	641	1 083	1 138	kein Kali 1 112	kein Kali 1 029
		St.	2 424	2 400	2 418	2 301	2 311
	1895/96	Kartoffeln	12 016	21 383	20 250	kein Kali 18 967	kein Kali 16 675

[1]) Düngung zu Hafer im Jahre 1882/93 0, 15, 30, 45, 60 *kg* N pro Hektar.
[2]) K. = Korn, St. = Stroh.

Fortsetzung von a.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Ertrag in *kg* — *Kali*-Düngung im Versuchsjahr pro *ha*: 0 *kg*	100 *kg*	150 *kg*	200 *kg*	250 *kg*
3.	TANKE, Hintzendorf			75 *kg*	150 *kg*	225 *kg*	
	1891/92 3a . . .	Kartoffeln	5 865	11 568	13 120	13 766	—
	3b . . .	„	4 845	11 780	14 515	14 525	—
	1892/93 3a . . .	Roggen: K.	1 963	2 625	2 725	2 975	—
		St.	3 698	4 350	4 325	4 525	—
	3b . . .	„ K.	1 663	2 725	2 450	2 650	—
		St.	3 223	4 325	4 025	4 400	—
	1893/94 3a . . .	Kartoffeln	8 427	13 430	13 115	12 403	—
	3b . . .	„	10 846	14 848	14 678	13 145	—
						kein Kali	
	1894/95 3a . . .	Roggen: K.	938	1 263	1 403	970	—
		St.	3 304	3 070	2 963	2 403	—
	3b . . .	„ K.	1 137	1 728	1 668	1 355	—
		St.	3 852	3 760	3 603	2 850	—
						kein Kali	
	1895/96 3a . . .	Kartoffeln	8 075	13 915	12 840	12 165	—
	3b . . .	„	8 405	14 480	14 120	12 875	—
	Im Jahre 1890 gleichmässig gedüngt mit 200 kg Kali pro Hektar.						
4.	HESSE, Hintzendorf						
	1891/92	Roggen: K.	925	1 087	1 112	1 007	1 025
		St.	2 550	2 725	2 800	2 887	2 712
5.	FR. BEHLING, Stellenfelde						
	1891/92	Roggen: K.	247	1 520	1 360	1 370	1 665
		St.	967	3 125	3 025	3 115	3 645
	1892/93	Hafer: K.	947	1 510	1 615	1 685	1 425
		St.	2 143	3 015	3 315	3 535	3 095
	1893/94	Kartoffeln	9 562	12 533	13 303	12 715	11 884
						kein Kali	kein Kali
	1894/95	Roggen: K.	1 337	1 488	1 408	1 130	1 070
		St.	3 330	2 685	2 815	2 867	2 720
	Im Jahre 1890/91 gleichmässig gedüngt mit 200 kg Kali pro Hektar.						
6.	J. GELLNER, Giersdorf						kein Kali
	1891/92	Roggen: K.	924	968	900	1 200	1 150
		St.	2 181	2 360	2 300	2 500	2 975
							kein Kali
	1892/93	Hafer als Überfrucht K.	305	330	315	370	405
		Hafer als Überfrucht St.	1 500	2 275	2 125	2 235	2 100
							kein Kali
	1893/94	Klee und Gras 1. Schnitt	10 250	13 125	16 950	16 175	10 225
		Klee und Gras 2. „	3 975	5 365	4 400	4 475	5 312
		Klee und Gras 1. u. 2. „	14 225	18 490	21 350	20 650	15 537[1])

[1]) Ertrag der voll gedüngten Parzellen, die im Vorjahr verschiedene Stickstoffmengen erhalten hatten, 18 337 *kg*.

Fortsetzung von a.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Ertrag in *kg* — *Kali*-Düngung im Versuchsjahr pro *ha* — 0 *kg*	100 *kg*	150 *kg*	200 *kg*	250 *kg*
7.	J. Gellner, Giersdorf						
	1891/92	Roggen: K.	637	1 449	1 475	1 612	1 512
		St.	1 900	3 231	3 150	3 600	3 225
	1892/93	Hafer als Überfrucht K.	855	1 015	980	1 030	1 060
		Hafer als Überfrucht St.	2 860	3 400	3 425	3 550	3 500
							kein Kali
	1893/94	Klee und Gras 1. Schnitt	7 700	15 600	15 875	17 075	13 300
		Klee und Gras 2. „	3 735	9 512	10 275	9 430	11 025
		Klee und Gras 1.u.2. „	11 435	25 112	26 150	26 505	24 325[1])

b) **Wirkung und Nachwirkung einer Phosphorsäuredüngung.**

Grunddüngung: Ausreichende Mengen von Stickstoff und Kali.
Differenzdüngung: Phosphorsäure in verschiedenen Mengen.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Ertrag in *kg* pro *ha* — *Phosphorsäure*-Düngung im Versuchsjahr pro *ha* — 0 *kg*	100 *kg*	125 *kg*	150 *kg*	175 *kg*
	Im Jahre 1890/91 gleichmässig gedüngt mit 175 kg Phosphorsäure pro Hektar.						
1.	Fricke, Schanzendorf						
	1891/92	Roggen: K.	1 600	1 538	1 763	1 650	1 638
		St.	4 000	3 750	4 288	3 850	3 863
2.	Lankenau, Stellenfelde						
	1891/92	Kartoffeln	6 133	21 320	20 683	19 503	18 425
	1892/93	Roggen: K.	650	3 097	3 157	3 030	3 000
		St.	1 890	5 492	5 367	5 150	5 290
						keine Phosphorsäure	keine Phosphorsäure
	1893/94	Kartoffeln	6 842	16 970	18 088	15 649	16 827
						k. Phosphors.	k. Phosphors.
	1894/95	Roggen: K.	156	1 020	1 050	1 090	1 020
		St.	629	2 200	2 243	2 300	2 227
						k. Phosphors.	k. Phosphors.
	1895/96	Kartoffeln	14 627	21 066	23 100	23 133	22 150
3.	Tanke, Hintzendorf		0 *kg*	40 *kg*	80 *kg*	120 *kg*	
	1891/92 3a . . .	Kartoffeln	10 518	17 480	14 350	16 625	—
	3b . . .	„	7 154	15 776	14 435	14 460	—
	1892/93 3a . . .	Roggen: K.	1 155	2 525	2 500	2 425	—
		St.	2 510	4 125	4 000	4 100	—
	3b . . .	„ K.	73	2 575	3 000	2 750	—
		St.	287	4 475	4 600	4 450	—

[1]) Ertrag der voll gedüngten Parzellen, die im Vorjahr verschiedene Stickstoffmengen erhalten hatten, 28 450 *kg*.

Fortsetzung von b.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Ertrag in *kg* pro *ha* — *Phosphorsäure*-Düngung im Versuchsjahr pro *ha*: 0 *kg*	100 *kg*	125 *kg*	150 *kg*	175 *kg*
	1893/94 3a . . .	Kartoffeln	6 956	13 095	12 272	13 050	—
	3b . . .	„	4 116	13 625	13 218	12 943	—
						k. Phosphors.	
	1894/95 3a . . .	Roggen: K.	417	960	1 090	900	--
		St.	1 162	2 298	2 570	2 290	—
	3b . . .	„ K.	100	1 655	1 750	1 638	—
		St.	442	3 733	3 790	3 413	—
						k. Phosphors.	
	1895/96 3a . . .	Kartoffeln	11 080	12 755	12 685	11 770	—
	3b . . .	„	8 365	12 610	10 715	10 580	—
	Im Jahre 1890/91 gleichmässig gedüngt mit 150 kg Phosphorsäure pro Hektar.						
4.	Hesse, Hintzendorf						
	1891/92	Roggen: K.	1 055	1 047	1 087	1 075	1 050
		St.	2 862	3 062	2 932	3 000	2 625
5.	Fr. Behling, Stellenfelde						
	1891/92	Roggen: K.	707	1 595	1 545	1 420	1 530
		St.	2 234	3 600	3 575	3 200	3 488
	1892/93	Hafer: K.	692	1 810	1 890	1 525	1 480
		St.	1 735	3 575	3 475	3 175	3 130
	1893/94	Kartoffeln	10 002	12 598	13 055	12 223	11 736
						k. Phosphors.	k. Phosphors.
	1894/95	Roggen: K.	786	1 460	1 073	1 169	1 168
		St.	2 326	3 283	2 635	2 547	2 628
	Im Jahre 1890/91 gleichmässig gedüngt mit 175 kg Phosphorsäure pro Hektar.						
6.	J. Gellner, Giersdorf						
	1891/92	Roggen: K.	1 113	1 025	975	1 005	1 250
		St.	2 641	2 575	2 550	2 575	2 775
	1892/93	Hafer als Überfrucht K.	205	355	355	305	505
		St.	1 150	2 125	2 250	2 025	2 200
						k. Phosphors.	k. Phosphors.
	1893/94	Klee und Gras 1. Schnitt	15 025	14 700	13 150	9 350	9 400
		2. „	7 000	5 300	4 115	4 000	5 137
		1. u. 2. „	22 025	20 000	17 265	13 350	14 537[1])
7.	J. Gellner, Giersdorf						
	1891/92	Roggen: K.	75	1 687	1 487	1 537	1 500
		St.	675	3 700	3 250	3 450	3 250
	1892/93	Hafer als Überfrucht K.	805	1 055	1 005	1 005	1 030
		St.	2 750	3 500	3 500	3 600	3 400
						k. Phosphors.	k. Phosphors.
	1893/94	Klee und Gras 1. Schnitt	7 050	16 750	17 225	15 125	12 675
		2. „	4 705	11 700	10 900	10 915	11 850
		1. u. 2. „	11 755	28 450	28 125	26 040	24 525[2])

[1]) Ertrag der voll gedüngten Parzellen, im Vorjahr verschieden stark mit Stickstoff gedüngt, 18 337 *kg*. — [2]) Ertrag der voll gedüngten Parzellen 28 450 *kg*.

c) **Wirkung einer Stickstoffdüngung.**

Grunddüngung: Ausreichende Mengen von Kali und Phosphorsäure.
Differenzdüngung: Verschiedene Stickstoffmengen.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Ertrag in *kg* — *Stickstoff*-Düngung im Versuchsjahr pro *ha*				
			0 *kg*	15 *kg*	30 *kg*	45 *kg*	60 *kg*
	Im Jahre 1890/91 gleichmässig gedüngt mit 45 kg Stickstoff pro Hektar.						
1.	Fricke, Schanzendorf						
	1891/92	Roggen: K.	838	1 138	1 588	1 700	1 580
		St.	2150	2 688	3 750	3 988	3 818
2.	Lankenau, Stellenfelde		0 *kg*	30 *kg*	45 *kg*	60 *kg*	75 *kg*
	1891/92	Kartoffeln	3000	10 692	14 360	17 780	19 190
	1892/93	Roggen: K.	1290	2 047	2 448	2 762	3 010
		St.	2665	3 708	4 417	4 817	5 225
	1893/94	Kartoffeln	3803	7 025	11 122	12 767	15 390
	1894/95	Roggen: K.	257	600	723	890	1 010
		St.	727	1 305	1 630	2 090	2 343
	Im Jahre 1890/91 gleichmässig gedüngt mit 60 kg Stickstoff pro Hektar.						
4.	Hesse, Hintzendorf						
	1891/92	Roggen: K.	275	580	772	1 075	905
		St.	925	1 487	2 050	2 850	2 712
5.	Fr. Behling, Stellenfelde						
	1891/92	Roggen: K.	780	990	1 270	1 435	1 618
		St.	1593	2 125	2 800	3 075	3 348
	1892/93	Hafer: K.	467	950	1 325	1 660	1 574
		St.	1017	1 775	2 375	3 100	3 080
				30 *kg*	45 *kg*	60 *kg*	75 *kg*
	1893/94	Kartoffeln	1717	4 860	7 903	10 535	11 871
	1894/95	Roggen: K.	415	730	965	1 235	1 388
		St.	1020	1 653	2 080	2 733	2 870
	Im Jahre 1890/91 gleichmässig gedüngt mit 45 kg Stickstoff pro Hektar.						
6.	J. Gellner, Giersdorf						
	1891/92	Roggen: K.	300	450	650	807	1 160
		St.	1000	1 275	1 925	2 205	2 600
	1892/93	Hafer als Überfrucht { K.	60	90	205	255	435
		St.	500	975	1 400	1 675	2 200
7.	J. Gellner, Giersdorf						
	1891/92	Roggen: K.	700	950	1 225	1 450	1 450
		St.	1650	2 100	2 750	3 250	3 200
	1892/93	Hafer als Überfrucht { K.	380	705	755	910	930
		St.	1375	2 100	2 475	3 050	3 225

Was im allgemeinen die Wirkung der Düngung bei den einzelnen in den vorstehenden Tabellen zusammengestellten Versuchen betrifft, so tritt

diese auf allen den Flächen, die nicht schon einmal gleichmässig auf allen Parzellen voll gedüngt worden sind, deutlich hervor, wenn auch bei den verschiedenen Früchten und auf den verschiedenen Bodenformen verschieden stark. Die in einigen Fällen niedrige Ernte, besonders bei Hafer und Roggen, auch auf den mit allen Nährstoffen ausreichend versehenen Parzellen ist ausser auf ungünstige, in den Versuchsprotokollen angegebene Witterungsverhältnisse zum Teil auf andere Gründe zurückzuführen, von denen weiter unten die Rede sein wird.[1]) Bei einer nicht aus Mangel an Pflanzennährstoffen verhältnismässig niedrigen Ernte auf den vollkommener gedüngten Parzellen wird die Wirkung der Düngung an sich, wie auch der verschiedenen Grade der Düngung im Vergleich zu den unvollständig gedüngten Parzellen nicht so scharf hervortreten, als wenn unter im übrigen günstigen Vegetationsbedingungen eine stärkere Erzeugung von Erntemasse, also auch eine grössere Ausnutzung der gebotenen Pflanzennährstoffe stattfindet. Die auf den einzelnen Feldern in den verschiedenen Jahren überhaupt erzielten höchsten Erträge an Kartoffeln, an Korn (Hafer, Roggen), Stroh und an Kleegras (frisch) sind in der folgenden Zusammenstellung aufgeführt:

Versuch No. 2, Lankenau.

1891/92: Kartoffeln 21320 *kg*.
1892/93: Roggen 3157 *kg* Korn, 5492 *kg* Stroh.
1893/94: Kartoffeln 18088 *kg*.
1894/95: Roggen 1138 *kg* Korn, 2424 *kg* Stroh.
1895/96: Kartoffeln 23133 *kg*.

Versuch No. 3a und 3b, Tanke.

1891/92: Kartoffeln 3a 17480 *kg*; 3b 15776 *kg*.
1892/93: Roggen 3a 2975 *kg* Korn, 4525 *kg* Stroh; 3b 3000 *kg* Korn, 4600 *kg* Stroh.
1893/94: Kartoffeln 3a 13430 *kg*; 3b 14848 *kg*.
1894/95: Roggen 3a 1403 *kg* Korn, 3304 *kg* Stroh; 3b 1750 *kg* Korn, 3852 *kg* Stroh.
1895/96: Kartoffeln 3a 13915 *kg*; 3b 14480 *kg*.

Versuch No. 5, Fr. Behling.

1891/92: Roggen 1665 *kg* Korn, 3645 *kg* Stroh.
1892/93: Hafer 1890 *kg* Korn, 3575 *kg* Stroh.
1893/94: Kartoffeln 13303 *kg*.
1894/95: Roggen 1488 *kg* Korn, 3330 *kg* Stroh.

Versuch No. 7, J. Gellner.

1891/92: Roggen 1687 *kg* Korn, 3700 *kg* Stroh.
1892/93: Hafer (Überfrucht) 1060 *kg* Korn, 3600 *kg* Stroh.
1893/94: Klee und Gras 28450 *kg* (frisch).

[1]) Die ausserordentlich lockere Beschaffenheit der Oberflächenschicht, die Roggen am allerwenigsten verträgt, wie sie auf mehreren Feldern herrschte, ist auf das Wachstum von grossem Einfluss (siehe darüber w. u.).

In der folgenden Tabelle sind für die einzelnen Versuche die Erntemengen in Prozenten des in dem betreffenden Versuchsjahre auf der Fläche überhaupt erzielten höchsten Ertrages berechnet, die bei Mangel an einem der drei Nährstoffe: Kali, Phosphorsäure oder Stickstoff, gewonnen wurden.

No. des Versuches	Versuchsansteller Ort und Jahr	Frucht	Ohne Kali %	Ohne Phosphorsäure %	Ohne Stickstoff %
2.	LANKENAU, Stellenfelde				
	1891/92	Kartoffeln	39,6	28,8	14,1
	1892/93	Roggen	46,3 K.	20,6 K.	40,9 K.
			73,0 St.	34,4 St.	48,5 St.
	1893/94	Kartoffeln	55,9	37,8	21,0
	1894/95	Roggen	56,3 K.	13,7 K.	22,6 K.
			100,0 St.	25,9 St.	30,0 St.
	1895/96	Kartoffeln	51,9	23,1	—
3a u. b	TANKE, Hintzendorf				
	1891/92 3a . . .	Kartoffeln	33,5	60,1	—
	3b . . .	"	30,7	47,6	—
	1892/93 3a . . .	Roggen	65,9 K.	38,8 K.	—
			81,7 St.	55,5 St.	—
	3b . . .	"	55,4 K.	2,4 K.	—
			70,0 St.	6,2 St.	—
	1893/94 3a . . .	Kartoffeln	62,7	51,7	—
	3b . . .	"	73,0	27,7	—
	1894/95 3a . . .	Roggen	66,9 K.	29,7 K.	—
			100,0 St.	35,2 St.	—
	3b . . .	"	65,0 K.	5,7 K.	—
			100,0 St.	11,5 St.	—
	1895/96 3a . . .	Kartoffeln	58,0	79,6	—
	3b . . .	"	58,0	57,7	—
5.	FR. BEHLING, Stellenfelde				
	1891/92	Roggen	14,8 K.	42,5 K.	46,9 K.
			26,5 St.	61,3 St.	43,7 St.
	1892/93	Hafer	50,1	36,6	24,7
			59,9	48,5	28,4
	1893/94	Kartoffeln	71,9	75,2	12,9
	1894/95	Roggen	89,8 K.	52,9 K.	27,9 K.
			100,0 St.	69,8 St.	30,7 St.
7.	J. GELLNER, Giersdorf				
	1891/92	Roggen	37,8 K.	4,5 K.	41,5 K.
			51,3 St.	18,2 St.	44,6 St.
	1892/93	Hafer (Überfrucht)	80,7	75,9	35,9
			79,4	76,4	38,2
	1893/94	Kleegras	40,2	41,3	—

Der Ausfall in den Erträgen beim Fehlen eines der drei Nährstoffe ist, wie ein Blick auf die vorstehende Tabelle lehrt, in allen Fällen recht beträchtlich, jedoch für die verschiedenen Bodenflächen, verschiedenen

Früchte und für verschiedene Jahre sehr verschieden. Die Erträge der einzelnen Früchte schwanken überhaupt zwischen folgenden Prozenten des Maximalertrages.

	Beim Fehlen von: *Kali*	*Phosphorsäure*	*Stickstoff*
Kartoffeln	30,7 % bis 73,0 %	23,1 % bis 79,6 %	12,9 % bis 21,0 %
Roggen, Korn	14,8 „ „ 89,8 „	2,4 „ „ 52,9 „	22,6 „ „ 46,9 „
Stroh	26,5 „ „ 100,0 „	6,2 „ „ 69,8 „	28,4 „ „ 48,5 „
Hafer, Korn	50,1 „ „ 80,7 „	36,6 „ „ 75,9 „	24,7 „ „ 35,9 „
Stroh	59,9 „ „ 79,4 „	48,5 „ „ 76,4 „	28,4 „ „ 38,2 „

Berücksichtigt man die verschiedene Bodenbeschaffenheit der Versuchsflächen, so ergeben sich für die verschiedenen Bodenformen die folgenden Schwankungen in den Erträgen beim Fehlen eines Nährstoffs in Prozenten des höchsten Ertrages:

Bei Mangel an Kali.

Aus Heide kultivierter Boden. Versuche 2, 3b, 7. *Kartoffeln* 30,7 % bis 73 %; *Roggen*: *Korn* 37,8 % bis 65,0 %, *Stroh* 51,3 % bis 100 %; *Hafer*: *Korn* 80,7 %, Stroh 79,4 %; *Kleegras* 40,2 %.

Gebranntes Land. Versuche 3a, 5. *Kartoffeln* 33,5 % bis 71,9 %; *Roggen*: *Korn* 14,8 % bis 89,8 %, *Stroh* 26,5 % bis 100 %; *Hafer*: Korn 50,1 %, Stroh 59,9 %.

Bei Mangel an Phosphorsäure.

Aus Heide kultiviertes Land. Versuche 2, 3b, 7. *Kartoffeln* 23,1 % bis 57,7 %; *Roggen*: *Korn* 2,4 % bis 20,6 %, *Stroh* 6,2 % bis 34,4 %; *Hafer*: *Korn* 75,9 %, *Stroh* 76,4 %; *Kleegras* 41,3 %.

Gebranntes Land. Versuche 3a, 5. Kartoffeln 51,7 % bis 79,6 %; *Roggen*: *Korn* 29,7 % bis 52,9 %, *Stroh* 35,2 % bis 69,8 %; *Hafer*: Korn 36,6 %, Stroh 48,5 %.

Im Mittel sämtlicher Versuche war der Ertrag beim Fehlen eines Nährstoffes in Prozenten des überhaupt erzielten höchsten Ertrages:

Auf aus Heide kultiviertem Boden. Versuche 2, 3b, 7.

	Ohne Kali	Ohne Phosphorsäure
Kartoffeln	51,5 %	37,1 %.
Roggen	52,1 % Korn, 60,9 % Stroh	9,4 % Korn, 19,2 % Stroh
Hafer (1 Versuch) .	80,7 „ „ 79,4 „ „	75,9 „ „ 76,4 „ „
Kleegras (1 Versuch)	40,2 %	41,3 %

Auf vorher gebranntem Land. Versuche 3a, 5.

Kartoffeln	56,6 %	66,6 %
Roggen	59,1 % Korn, 79,5 % Stroh	41,0 % Korn, 55,4 % Stroh
Hafer (1 Versuch) .	50,1 „ „ 59,9 „ „	36,6 „ „ 48,5 „ „

Bei den erstjährigen Versuchen mit Kartoffeln [1]) brachten durchschnittlich in Prozenten des höchsten Ertrages:

[1]) M. FLEISCHER, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station, S. 352.

	Ohne Kali	Ohne Phosphorsäure
Die gebrannten Flächen	56	93
Die aus Heide umgebrochenen . .	45	28

Die Erträge an Kartoffeln ohne Kalidüngung sind im Durchschnitt nach vorstehenden Zahlen bei längerer Dauer der Versuche im Vergleich zu den vollgedüngten Parzellen nicht, wie man erwarten sollte, kleiner, sondern für das aus Heide kultivierte Land nicht unbeträchtlich grösser, als im Durchschnitt der erstjährigen Versuche; für gebranntes Land sind in beiden Fällen die Zahlen fast genau gleich. Wie bei den erstjährigen Versuchen ist auch bei solchen von längerer Dauer das Kalibedürfnis des Heidebodens bei Kartoffelbau im Durchschnitt etwas grösser, als das des kurz vorher gebrannten Landes. Das gleiche Verhältnis besteht beim Roggen, bei dem ebenfalls die Durchschnittserträge im Vergleich zum Höchstertrag ohne Kalidüngung auf dem gebrannten Land höher sind, als auf dem Heideboden. Bei Hafer ist es umgekehrt; da hier jedoch nur je 1 Versuch vorliegt, ist auf diese Erscheinung zunächst nicht zu viel Gewicht zu legen. Die auffällige Erscheinung, dass mit der Zeit kein stärkerer Rückgang der Erträge bei dauernd fehlender Kalizufuhr sich einstellt, geht besonders deutlich aus der hierunter folgenden Zusammenstellung hervor.

Versuch No. 2, Lankenau. *Ohne Kali wurden geerntet:*

	In *kg* pro *ha*	In % des Maximalertrages
Im Jahre 1891/92 . . .	8 447	39,6
„ „ 1893/94 . . .	10 104	55,9
„ „ 1895/96 . . .	12 106	51,9
Summa	30 657	—

	In *kg* pro *ha*		In % der Maximalernte	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh
Roggen 1892/93 . . .	1463	4014	46,3	73,0
„ 1894/95 . . .	641	2424	56,3	100,0
Summa	2104	6438	—	—

Versuch No. 3a und 3b, Tanke. *Ohne Kali wurden geerntet:*

	Gebranntes Land				Heideland			
	in *kg* pro *ha*		in % des Höchstertrages		in *kg* pro *ha*		in % des Höchstertrages	
Kartoffeln 1891/92	5 865		33,5		4 845		30,7	
„ 1893/94	8 427		62,7		10 846		73,0	
„ 1895/96	8 075		58,0		8 405		58,0	
Summa	22 367		—		24 096		—	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
Roggen 1892/93	1963	3698	65,9	81,7	1663	3223	55,4	70,0
„ 1894/95	938	3304	66,9	100,0	1137	3852	65,0	100,0
Summa	2901	7002	—	—	2800	7075	—	—

Bei Versuch No. 2 sind mithin pro Hektar in den Jahren 1891/92 bis 1895/96 ohne Kalidüngung geerntet worden:

Kartoffelknollen	30 657 *kg*,
Roggenkorn	2 104 „
Roggenstroh	6 438 „

bei Versuch No. 3a oder 3b in derselben Zeit:

	a) gebrannt	b) nicht gebrannt
Kartoffelknollen . . .	22 367 *kg*	24 096 *kg*.
Roggenkorn	2 901 „	2 800 „
Roggenstroh	7 002 „	7 075 „

Rechnen wir mit einem Gehalt der frischen Kartoffelknollen von 0,32 % Kali, des Roggenkorns in lufttrocknem Zustand von 0,45 %, des Strohes von 0,56 %,[1]) so wurde, abgesehen von dem ersten Versuchsjahr, in 5 Jahren dem Boden an Kali entnommen:

Versuch No. 2.	Aus Heide kultiviertes Land rund	144 *kg* Kali.
„ „ *3a.*	Gebranntes Land	124 „ „
„ „ *3b.*	Heideland	129 „ „

Nach der zu Beginn des Versuches vorgenommenen Analyse war der prozentische Gehalt des völlig trocken gedachten Bodens an Kali und der absolute, mit Hülfe des Volumgewichtes ermittelte Vorrat an solchem in der Oberflächenschicht von 0 bis 15 *cm* Tiefe folgender:[2])

	Kali in der Trockensubstanz %	pro Hektar von 0 bis 15 *cm* *kg*
Versuch No. 2, LANKENAU	0,05	98
„ „ 3, TANKE: a) gebrannt . . .	0,07	136
b) Heideland . . .	0,07	145.

Das auf den 3 Flächen im Laufe des Versuches auf den stes ohne Kalidüngung gebliebenen Parzellen von den Pflanzen aufgenommene Kaliquantum ist hiernach grösser oder nahezu so gross, als das in der Oberflächenschicht ursprünglich vorhandene. Durch die Mergelung oder Kalkung, ferner durch die alljährliche Düngung mit Chilisalpeter und mit Thomasmehl werden allerdings im Laufe der Jahre auch den nicht mit Kalisalzen gedüngten Parzellen geringe Kalimengen zugeführt. Diese allein würden jedoch zusammen mit dem ursprünglich in der Bodenoberfläche vorhandenen Kali die während der Versuchsdauer festgestellte Entnahme an Kali kaum zu decken vermögen. Mit dem alljährlich beim Pflügen stattfindenden Anschneiden des Moostorfuntergrundes, das zur Verhütung einer Verflachung der Krume auf gekalkten Flächen sorgfältig geübt werden muss und seit der Erkenntnis der Notwendigkeit dieses Verfahrens geübt worden ist, werden im Laufe der Jahre ebenfalls nicht ganz unbeträchtliche Quanten

[1]) Nach Analysen der Moor-Versuchs-Station von Kartoffeln, Roggenkorn und Stroh, die ohne Kalidüngung auf Hochmoor gewachsen, nachdem bereits mehrere Ernten vorhergegangen waren.

[2]) s. M. FLEISCHER, 3 Bericht u. s. w., S. 13 und 17.

Kali der Oberflächenschicht zugeführt. Desgleichen ist zu berücksichtigen, dass das alljährlich verwendete, von anderen voll gedüngten Feldern entnommene, auch auf den nicht mit Kali gedüngten Parzellen benutzte Saatgut erheblich kalireicher gewesen ist, als die auf den ohne Kali gebliebenen Parzellen erzielten Erträge.

Trotz alledem sollte man, wenn man die angegebenen Zahlen und den an und für sich niedrigen Gehalt des Bodens an Kali berücksichtigt, bei einer Entnahme von z. B. 144 *kg* bei Versuch No. 2, von 124 und 129 bei 3 a und b pro Hektar eine auch analytisch sehr deutlich nachweisbare Verarmung der stets ohne Kali gebliebenen Parzellen am Ende der Versuche erwarten. Gelegentlich der von MINSSEN und SCHLIEBS ausgeführten Untersuchung über die Veränderungen der oberen Schichten der Hochmooräcker unter dem Einfluss der Kalkzufuhr, Düngung und Kultur[1]) sind die einseitig gedüngten Parzellen der Versuche No. 2, 3a und 3b in Proben, die im Jahre 1895, also kurz vor Beendigung der Versuche, genommen wurden, auf ihre Zusammensetzung auch in den tieferen Lagen untersucht worden. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind mit den für die Oberflächenschicht vor Beginn der Versuche gefundenen Zahlen hierunter zusammengestellt.[2])

Versuch No. 2, LANKENAU.

Vor Beginn des Versuches.		*Zu Ende des Versuches.*			
		Oberfläche 0 bis 15 *cm*		Tiefere Schicht 15 bis 30 *cm*	
In der Trockensubstanz	In der Oberfläche bis 15 *cm*	In der Trockensubstanz	pro *ha*	In der Trockensubstanz	pro *ha*
%	*kg*	%	*kg*	%	*kg*
0,05	98	0,06	156	0,03	38
Versuch 3a und b, TANKE:					
a) 0,07	136	0,04	114	0,04	65
b) 0,07	145	0,04	115	0,03	42

Auf dem Felde bei Versuch 2 hat nach diesen Zahlen nicht eine Verminderung, sondern geradezu eine Vermehrung des Kalivorrates prozentisch wie absolut stattgefunden; bei Versuch 3a und b ist allerdings prozentisch eine ziemlich starke Verminderung des Kaligehaltes, fast um die Hälfte, festzustellen gewesen, die Abnahme der in der Oberflächenschicht vorhandenen absoluten Menge ist dagegen kleiner.[3]) Infolge der Kalkzu-

[1]) S. w. u.

[2]) Über die Zuverlässigkeit derartiger Ermittlungen vgl. den Abschnitt über Methode der Feldversuche.

[3]) Die Möglichkeit, dass bei den älteren Feldversuchen mangels der später vorgesehenen Schutzvorrichtungen ein Verschleppen von Pflanzennährstoffen von anders gedüngten Nachbarparzellen durch Ackergeräte eingetreten und dadurch sowohl die Erträge, als das Nährstoffquantum im Boden beeinflusst worden sind, dürfte nicht allzusehr ins Gewicht fallen, 1. weil gerade bei den einseitig gedüngten Parzellen die Wirkung der Verschleppung von Nährstoffen sich sehr scharf markierte und bei der Ernteermittlung ein entsprechend grosser Randstreifen von der Ermittlung ausgeschlossen wurde, und weil 2. die Proben für die chemische Untersuchung aus dem mittleren Teil der Parzellen genommen wurden.

fuhr hat während des Versuches eine Zersetzung der vorher noch wenig humifizierten Moorbestandteile stattgefunden, dadurch ist die Lagerung der Moorteilchen dichter, das Volumgewicht des Bodens grösser geworden, so dass trotz der starken Verminderung im prozentischen Kaligehalt die Zahlen für die absolute Menge nicht entfernt in dem Masse gesunken sind.

Ehe wir versuchen, die ausserordentlich merkwürdige Erscheinung des Ausbleibens einer starken Kaliverarmung auf den dauernd ohne Kali gebliebenen Parzellen zu erklären, wollen wir zunächst das Verhalten der Phosphorsäure unter denselben Umständen betrachten. Die auf den ohne Phosphorsäure gebliebenen Parzellen gewonnenen Erträge und die durch dieselben beanspruchte Gesamtmenge an Phosphorsäure sind in der folgenden Zusammenstellung aufgeführt, desgleichen die Zahlen für den Gehalt des Bodens vor und nach Beendigung des Versuches.

Versuch No. 2, LANKENAU.

	Ohne Phosphorsäure geerntet in *kg* pro *ha*		in $^0/_0$ des Maximalertrages		Darin Phosphorsäure
Kartoffeln.					
Im Jahre 1891/92 . .	6133		28,8		9,8 *kg*
„ „ 1893/94 . .	6842		37,8		10,9 „
„ „ 1895/96 . .	14627		23,1		23,4 „
Roggen.	Korn	Stroh	Korn	Stroh	
Im Jahre 1892/93 .	650	1890	20,6	34,4	4,7 „
„ „ 1894/95 .	156	629	13,7	25,9	1,3 „
					50,1 *kg*

Versuch No. 3a, TANKE.

Kartoffeln.					
Im Jahre 1891/92	10518		60,1		16,8 *kg*
„ „ 1893/94	6956		51,7		11,1 „
„ „ 1895/96	11080		79,6		17,7 „
Roggen.	Korn	Stroh	Korn	Stroh	
Im Jahre 1892/93	1155	2510	38,8	55,5	7,5 „
„ „ 1894/95	417	1162	29,7	35,2	2,9 „
					56,0 *kg*

Versuch No. 3b, TANKE.

Kartoffeln.					
Im Jahre 1891/92	7154		47,6		11,4 *kg*
„ „ 1893/94	4116		27,7		6,6 „
„ „ 1895/96	8365		57,7		13,4 „
Roggen.	Korn	Stroh	Korn	Stroh	
Im Jahre 1892/93	73	287	2,4	6,2	0,6 „
„ „ 1894/95	100	442	5,7	11,2	0,9 „
					32,9 *kg*

Bei Berechnung vorstehender Zahlen sind für den Gehalt des Roggenkornes und Strohes und der Kartoffel an Phosphorsäure angenommen:

Roggen, Korn lufttrocken (20 % Feuchtigkeit)		0,43 %,
„ Stroh „ „ „ „		0,10 „
frische Kartoffelknollen (n. Wolff)		0,16 „

Die Zahlen für Roggen stützen sich auf die Ermittelungen, die bei Versuch 3a und b im Jahre 1895 mit auf bislang nicht mit Phosphorsäure gedüngten Parzellen gewachsenem Roggen angestellt worden sind. Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung des Bodens vor Beginn und gegen Ende der Versuche sind folgende:

Versuch No. 2, Lankenau.

	Vor Beginn des Versuches Phosphorsäure		*Zu Ende des Versuches*[2]) Phosphorsäure			
			Oberfläche 0 bis 15 *cm*		tiefere Schicht 15 bis 30 *cm*	
	in der Trocken-substanz des Moorbodens	in der Oberfläche bis 15 *cm* pro *ha* *kg*	in der Trockensubstanz	pro *ha* *kg*	in der Trockensubstanz	pro *ha* *kg*
	0,10 %	196[1])	0,12 %	304	0,04 %	52
	Versuch No. 3a und b, Tanke.					
a	0,09 „	174[1])	0,13 „	283	0,05 „	75
b	0,10 „	208[1])	0,11 „	291	0,04 „	61

Bei der Phosphorsäure beobachten wir somit eine ähnliche Erscheinung wie bei dem Kali; auch hier ist nach längerer Versuchsdauer trotz der Entnahme durch die Ernten bei Mangel von Phosphorsäure in der Düngung keine Verarmung des Bodens an Phosphorsäure, im Gegenteil in allen Fällen eine Anreicherung mit solcher prozentisch wie absolut zu konstatieren.[3]) Die Gründe hierfür dürften, wie oben schon dargelegt, zum Teil in der Anreicherung der eigentlichen Ackerkrume durch Aufpflügen des Untergrundes liegen. Bei der Armut desselben an Phosphorsäure müsste jedoch z. B. bei Versuch 3 der Phosphorsäuregehalt einer Untergrundschicht von etwa 45 *cm* Stärke in die Oberfläche übergegangen sein, um die Entnahme von 50 *kg* durch die Ernte und die Vermehrung auf 304 *kg*, entsprechend einem Quantum von 354 — 196 = 158 *kg* Phosphorsäure zu decken. Wenn nun auch auf Flächen, die ausschliesslich mit Kalk und Kunstdünger, also ohne Zufuhr von Stalldünger und Gründüngung bewirtschaftet werden, durch den Einfluss der zersetzenden Wirkung des Kalkes ein bemerkbarer Schwund von Moorsubstanz eintritt, der durch Inanspruchnahme des Untergrundes ausgeglichen werden muss, so dass derartige Flächen schon mit dem blossen Auge als tiefer liegende erkennbar sein können, so ist ein Aufpflügen des Untergrundes für die Ergänzung der Oberflächenschicht in der oben angegebenen Stärke doch ausgeschlossen.

1) S. 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station, S. 13 und 14.

2) S. Minssen und Schliebs w. u.

3) Über die Zuverlässigkeit der analytischen Untersuchung des Moorbodens, s. w. u.

Es bleibt dann für die in Rede stehende Erscheinung nur folgende Erklärung übrig: Die Hochmoorböden dürfen nur vorsichtig entwässert werden, wenn die Pflanzen nicht an Wassermangel leiden sollen. Der Grundwasserspiegel wird durchschnittlich auf etwa 50 *cm* unter Oberfläche gehalten und steigt namentlich während des Winters nicht selten höher bis auf 30 *cm*. Die in die Oberflächenschicht der einzelnen Versuchsparzellen gebrachten Pflanzennährstoffe gehen durch das Wasser und die Agentien des Bodens in Lösung über und werden zu einem Teil in das Grundwasser übergeführt. Die in der Untersuchung von Minssen und Schliebs niedergelegten Zahlen zeigen, dass eine wesentliche Anreicherung des Untergrundes der gedüngten Parzellen mit Kali und, wenn auch in geringerem Grade, mit Phosphorsäure im Vergleich zu den einseitig gedüngten Parzellen eintritt. Die auf den vollständiger oder reicher gedüngten Parzellen abfliessenden nährstoffreicheren Sickerwässer werden sich bei der grossen osmotischen Kraft der gelösten Körper bald gleichmässig im Grundwasser der ganzen Fläche verteilen, also auch das Grundwasser der nicht oder einseitig gedüngten Parzellen mit Nährstoffen anreichern. Aus diesem werden die Nährstoffe in die Feuchtigkeit der Oberfläche diffundieren, ausserdem wird bei Eintritt trockneren Wetters und stärkerer Verdunstung die kapillare Wasserhebung im Boden in Thätigkeit treten, die selbst in gelockertem und wieder dicht gelagertem Moor auf 50 *cm* Höhe noch sehr energisch wirkt. Dadurch wird eine Zufuhr von Nährstoffen auch in die Oberflächenschichten der nicht oder einseitig gedüngten Versuchsparzellen verursacht, die zwar nicht gross genug ist, den Bedarf befriedigender Ernten zu decken, die oben festgestellte Anreicherung der nicht oder einseitig gedüngten Parzellen mit Kali oder Phosphorsäure jedoch völlig zu erklären vermag. Je nach der Bodenbeschaffenheit und den Wasserverhältnissen wird die Wirkung dieser Vorgänge sich in sehr verschiedener Stärke äussern. Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung der tieferen Schichten der Versuchsflächen vor Beginn des Versuches liegen nicht vor. Es ist mithin nicht zu entscheiden, ob eine Anreicherung des Untergrundes der einseitig gedüngten Parzellen mit dem in der Düngung der Oberfläche fehlenden Nährstoff durch obige Vorgänge stattgefunden hat. Der prozentische Gehalt der tieferen Lagen an Phosphorsäure und Kali spricht, wenn man ihn mit dem des Moostorfuntergrundes derartiger überhaupt nicht gedüngter Flächen durchschnittlicher Beschaffenheit vergleicht, nicht für eine solche Anreicherung. Dieser Umstand legt die Vermutung nahe, dass dieser Transport von Pflanzennährstoffen vorwiegend dann vor sich gegangen ist, wenn bei dem Auftauen des im Winter bis zu bestimmter Tiefe gefrorenen Bodens im Frühjahr die oberen Lagen erst von Frost befreit, die tieferen noch gefroren sind und nun in den oberen wasserreichen Schichten über die noch gefrorenen tieferen Lagen der Ausgleich in dem verschiedenen Nährstoffgehalt des Bodenwassers der verschieden gedüngten durcheinander liegenden Parzellen erfolgt.

Je länger der Versuch dauert, desto mehr müsste sich eigentlich das Verhältnis im Bedarf nach bestimmten Nährstoffen zu Ungunsten der ein-

seitig gedüngten Parzellen verschieben, wenn nicht ein derartiger Transport von Nährstoffen stattgefunden hätte, sodass bei diesen Vergleichungen die Höhe der Erträge und die Dauer der Versuche berücksichtigt werden muss.

Über diese für die Methode bestimmter Arten von Feldversuchen auf Hochmoorboden wichtige Frage müssen noch weitere Untersuchungen angestellt werden.

Aus den oben dargelegten Gründen ist es nur mit Vorbehalt möglich, aus dem Vergleich der Erträge der einseitig gedüngten Parzellen mit denen der vollkommener gedüngten Schlüsse auf den Bedarf des betreffenden Bodens im Vergleich zu anderen nach dem betreffenden Pflanzennährstoff zu ziehen, wenn nicht die Unterschiede so gross sind, dass sie die möglichen Fehler sehr weit überschreiten. Dies ist durchaus der Fall bei den Werten, die den durchschnittlichen Ertrag des aus Heide kultivierten und des kurz vorher gebrannten Hochmoorbodens bei Mangel an Phosphorsäure in der Düngung angegeben. *In Übereinstimmung mit den früheren Untersuchungen*[1]) *zeigt der kurz vorher gebrannte Boden bei ungefähr dem gleichen Gehalt an Phosphorsänre in der Asche ein sehr viel geringeres Bedürfnis nach Phosphorsäure, als der vor langer Zeit gebrannte und danach wieder mit Heide bewachsene Boden.* Diese merkwürdige Erscheinung, deren Gründe aufzudecken gelungen ist, wird in einem besonderen Abschnitt behandelt werden.

Für das Kali sind die Unterschiede bei den beiden Bodenformen nicht so gross, dass mit Rücksicht auf die vorstehenden Ausführungen ein Schluss auf ein grösseres oder geringeres Bedürfnis der beiden in Rede stehenden Bodenformen nach Kali gezogen werden dürfte.

Die Steigerung der Erträge mit steigenden Nährstoffmengen tritt bei den einzelnen Versuchen mehr oder weniger deutlich hervor. Wenn auch diese Zahlen durch den durch das Grundwasser vermittelten Transport von Nährstoffen von einer Parzelle auf die andere beeinflusst sein können, so wird bei der wahrscheinlich verhältnismässig schnell eintretenden Gleichmässigkeit der Zusammensetzung des Grundwassers dieser Einfluss sich ziemlich gleichmässig auf den verschiedenen Parzellen äussern und in seiner Wirkung auf die Parzellen, denen nicht ein Nährstoff völlig fehlt, dem Einfluss der Düngung gegenüber kaum ins Gewicht fallen.

In den folgenden Tabellen sind, um die Wirkung der verschieden starken Düngungen und deren Ausnutzung darzustellen, die Erträge bei steigenden Nährstoffmengen berechnet worden, wenn die in den betreffenden Reihen erzielten höchsten Ertäge = 100 gesetzt werden.

[1]) M. Fleischer, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station, S. 368.

Erträge bei steigenden Kalimengen. Höchster Ertrag = 100.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Düngung mit Kali pro *ha* 0 *kg*	100 *kg*	150 *kg*	200 *kg*	250 *kg*
1.	FRICKE, Schanzendorf						
	1891/92 ,	Roggen: Korn	77	80	92	94	**100**[1])
		Stroh	85	87	**100**	97	94
2.	LANKENAU, Stellenfelde						
	1891/92	Kartoffeln	41	82	90	**100**	94
	1892/93	Roggen: Korn	48	98	**100**	98	100
		Stroh	74	99	**100**	96	97
	1893/94	Kartoffeln	58	**100**	89	80^{0}	79^{0}
	1894/95	Roggen: Korn	56	95	**100**	98^{0}	90^{0}
		Stroh	**100**	100	100	95^{0}	95^{0}
	1895/96	Kartoffeln	56	**100**	95	89^{0}	78^{0}
3.	TANKE, Hintzendorf			75 *kg*	150 *kg*	225 *kg*	
	1891/92 3a . . .	Kartoffeln	43	84	95	**100**	—
	3b . . .	„	33	81	**100**	100	—
	1892/93 3a . . .	Roggen: Korn	66	88	92	**100**	—
		Stroh	82	96	96	**100**	—
	3b . . .	„ Korn	61	**100**	90	97	—
		Stroh	73	98	91	**100**	—
	1893/94 3a . . .	Kartoffeln	63	**100**	98	92	—
	3b . . .	„	73	**100**	99	88	—
	1894/95 3a . . .	Roggen: Korn	67	90	**100**	69	—
		Stroh	**100**	93	90	73	—
	3b . . .	„ Korn	66	**100**	97	78^{0}	—
		Stroh	**100**	98	94	74^{0}	—
	1895/96 3a . . .	Kartoffeln	58	**100**	92	87^{0}	—
	3b . . .	„	58	**100**	98	89^{0}	—
4.	HESSE, Hintzendorf						
	1891/92	Roggen: Korn	83	98	**100**	90	92[1])
		Stroh	88	94	97	**100**	94
5.	FR. BEHLING, Stellenfelde						
	1891/92	Roggen: Korn	15	91	82	82	**100**
		Stroh	27	86	83	85	**100**
	1892/93	Hafer: Korn	56	90	96	**100**	85
		Stroh	61	85	94	**100**	88
	1893/94	Kartoffeln	72	94	**100**	95	89
	1894/95	Roggen: Korn	90	**100**	94	76^{0}	72^{0}
		Stroh	**100**	81	85	86^{0}	82^{0}
6.	J. GELLNER, Giersdorf						
	1891/92	Roggen: Korn	77	81	75	**100**	96^{0}[1])
		Stroh	73	79	77	84	**100**^{0}
	1892/93	Hafer: Korn	75	82	78	91	**100**^{0}
		Stroh	66	**100**	93	98	92^{0}
	1893/94	Klee und Gras	67	87	**100**	97	73^{0}

[1]) Im Jahre 1890/91 gleichmässig mit 200 *kg* Kali pro Hektar gedüngt. — In den mit ^{0} bezeichneten Fällen fiel die Kalidüngung aus, um die Nachwirkung der vorhergehenden starken Düngungen zu ermitteln.

Fortsetzung.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Düngung mit Kali pro *ha*				
			0 *kg*	100 *kg*	150 *kg*	200 *kg*	250 *kg*
7.	J. Gellner, Giersdorf						
	1891/92	Roggen: Korn	40	89	91	**100**	94
		Stroh	53	90	87	**100**	90
	1892/93	Hafer: Korn	81	96	92	97	**100**[0]
		Stroh	81	96	96	**100**	99[0]
	1893/94	Klee und Gras	43	95	99	**100**	92[0]

Erträge bei steigenden Phosphorsäuremengen. Höchster Ertrag = 100.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Düngung mit Phosphorsäure pro *ha*				
			0 *kg*	100 *kg*	125 *kg*	150 *kg*	175 *kg*
1.	Fricke, Schanzendorf						
	1891/92	Roggen: Korn	91	90	**100**	94	93[1])
		Stroh	93	87	**100**	90	90
2.	Lankenau, Stellenfelde						
	1891/92	Kartoffeln	29	**100**	97	91	86
	1892/93	Roggen: Korn	21	98	**100**	96	96
		Stroh	34	**100**	98	94	96
	1893/94	Kartoffeln	38	94	**100**	87[0]	93[0]
	1894/95	Roggen: Korn	14	94	96	**100**[0]	94[0]
		Stroh	27	96	97	**100**[0]	97[0]
	1895/96	Kartoffeln	62	91	**100**	**100**[0]	96[0]
3.	Tanke, Hintzendorf		0 *kg*	40 *kg*	80 *kg*	120 *kg*	
	1891/92 3a . . .	Kartoffeln	60	**100**	82	95	—
	3b . . .	„	45	**100**	91	92	—
	1892/93 3a . . .	Roggen: Korn	46	**100**	99	96	—
		Stroh	61	**100**	97	99	—
	3b . . .	„ Korn	24	86	**100**	92	—
		Stroh	6	97	**100**	97	—
	1893/94 3a . . .	Kartoffeln	53	**100**	94	99	—
	3b . . .	„	30	**100**	97	95	—
	1894/95 3a . . .	Roggen: Korn	38	88	**100**	83[0]	—
		Stroh	45	89	**100**	89[0]	—
	3b . . .	„ Korn	6	95	**100**	94[0]	—
		Stroh	12	98	**100**	90[0]	—
	1895/96 3a . . .	Kartoffeln	87	**100**	99	92[0]	—
	3b . . .	„	66	**100**	85	84[0]	—

[1]) Im Jahre 1890/91 gleichmässig mit 175 (No. 1), 150 (No. 4), 175 (No. 6) *kg* Phosphorsäure pro Hektar gedüngt. — In den mit [0] bezeichneten Fällen wurde keine Phophorsäuredüngung gegeben, um die Nachwirkuug der vorhergehenden starken Düngungen zu untersuchen.

Fortsetzung.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Düngung mit Phosphorsäure pro *ha*				
			0 *kg*	100 *kg*	125 *kg*	150 *kg*	175 *kg*
4.	HESSE, Hintzendorf						
	1891/92	Roggen: Korn	97	96	**100**	97	96[1])
		Stroh	93	**100**	96	98	86
5.	FR. BEHLING, Stellenfelde						
	1891/92	Roggen: Korn	44	**100**	97	89	96
		Stroh	62	**100**	99	89	97
	1892/93	Hafer: Korn	37	96	**100**	81	78
		Stroh	48	**100**	97	89	87
	1893/94	Kartoffeln	77	96	**100**	94	90
	1894/95	Roggen: Korn	54	**100**	74	80[0]	80[0]
		Stroh	71	**100**	80	78[0]	80[0]
6.	J. GELLNER, Giersdorf						
	1891/92	Roggen: Korn	89	82	78	80	**100**[1])
		Stroh	95	93	92	93	**100**
	1892/93	Hafer: Korn	41	70	70	60	**100**
		Stroh	51	94	**100**	90	97
	1893/94	Klee und Gras	**100**	91	78	61[0]	66[0]
7.	J. GELLNER, Giersdorf						
	1891/92	Roggen: Korn	4	**100**	88	91	89
		Stroh	18	**100**	88	93	88
	1892/93	Hafer: Korn	76	**100**	95	95	97
		Stroh	76	97	97	**100**	94
	1893/94	Klee und Gras	41	**100**	99	91[0]	86[0]

Erträge bei steigenden Stickstoffmengen. Höchster Ertrag = 100.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Düngung mit Phosphorsäure pro *ha*				
			0 *kg*	15 *kg*	30 *kg*	45 *kg*	60 *kg*
1.	FRICKE, Schanzendorf						
	1891/92	Roggen: Korn	49	66	93	**100**	93[2])
		Stroh	54	67	94	**100**	96
2.	LANKENAU, Stellenfelde		0 *kg*	30 *kg*	45 *kg*	60 *kg*	75 *kg*
	1891/92	Kartoffeln	15	56	75	93	**100**
	1892/93	Roggen: Korn	43	68	81	91	**100**
		Stroh	51	71	84	92	**100**
	1893/94	Kartoffeln	25	46	72	83	**100**
	1894/95	Roggen: Korn	25	59	72	88	**100**
		Stroh	31	56	69	89	**100**
4.	HESSE, Hintzendorf						
	1891/92	Roggen: Korn	25	54	71	**100**	84[2])
		Stroh	32	52	72	**100**	95

[1]) Siehe Anmerkung Seite 37.

[2]) Im Jahre 1890/91 gleichmässig mit 45 *kg* Stickstoff pro Hektar gedüngt.

Fortsetzung.

No. des Versuches	Versuchsansteller, Ort und Jahr	Frucht	Düngung mit Phosphorsäure pro *ha*				
			0 *kg*	15 *kg*	30 *kg*	45 *kg*	60 *kg*
5.	Fr. Behling, Stellenfelde						
	1891/92	Roggen: Korn	48	61	78	89	**100**
		Stroh	48	63	83	92	**100**
	1892/93	Hafer: Korn	28	57	79	**100**	94
		Stroh	33	57	77	**100**	99
				30 *kg*	45 *kg*	60 *kg*	75 *kg*
	1893/94	Kartoffeln	14	41	66	89	**100**
	1894/95	Roggen: Korn	30	52	69	89	**100**
		Stroh	36	58	72	95	**100**
6.	J. Gellner, Giersdorf						
	1891/92	Roggen: Korn	26	38	56	69	**100**
		Stroh	38	49	74	85	**100**
	1892/93	Hafer: Korn	14	21	47	58	**100**
		Stroh	23	44	63	76	**100**
7.	J. Gellner, Giersdorf						
	1891/92	Roggen: Korn	48	66	84	**100**	**100**[1]
		Stroh	51	65	85	**100**	98
	1892/93	Hafer: Korn	41	76	81	98	**100**
		Stroh	42	65	77	94	**100**

Was die für die einzelnen Früchte ermittelten und in den vorstehenden Tabellen aufgeführten Durchschnittszahlen für den Ertrag bei verschiedener Düngung betrifft, so ist zunächst hervorzuheben, dass diese Zahlen für die Früchte, die sofort nach der Ernte gewogen werden konnten, wie Kartoffeln und Klee und Gras, eine sehr viel grössere Sicherheit besitzen, als für die Halmfrüchte, die bei schlechter Witterung unter Umständen wochenlang nach dem Schneiden auf dem Felde bleiben mussten, ehe die Einscheunung, der Drusch und die Ermittelung vorgenommen werden konnten. Es ist später durch umfangreiche, vergleichende Untersuchungen über die Genauigkeit verschiedener Arten von Ernteermittelungen in der neuen Versuchswirtschaft der Moor-Versuchs-Station im Maibuscher Moor die Erkenntnis gewonnen worden,[2] dass das bei Feldversuchen wohl bisher allgemein übliche[3] und auch bei den Versuchen der Moor-Versuchs-Station bislang benutzte Verfahren, die Ernte an Halmfrucht festzustellen, selbst bei peinlichster Ausführung mit grossen Fehlern behaftet sein kann, die in erster Linie wohl durch Verluste während des Trocknens auf dem Felde zurück-

[1]) Siehe Anmerkung 2 Seite 38.

[2]) Vgl. darüber die Abhandlung über die Ausführung von Feldversuchen auf Hochmoorboden w. u.

[3]) Nach einer gelegentlichen mündlichen Mitteilung wendet Herr Professor Wagner in Darmstadt bei den Feldversuchen eine ähnliche Methode an, wie sie in der Versuchswirtschaft der Moor-Versuchs-Station in Gebrauch ist.

zuführen sind. Diese Fehler können in ungünstigen Jahren so gross werden, dass, wenn auch nicht die stärkere Wirkung der verschiedenen Pflanzen-Nährstoffe, wie sie in den besprochenen Versuchen namentlich im Vergleich mit einseitig gedüngten Parzellengruppen auftreten, dadurch verdeckt wird, die feineren Unterschiede der Wirkung fortschreitender Steigerung der Düngermengen, oder die weniger weit ausschlagenden Wirkungen der verschiedenen Düngungen auf bereits durch gleichmässige Düngung angereicherten Flächen völlig verschleiert werden können. Man muss allerdings berücksichtigen, dass die Vornahme der Ernteermittelungen nach dem weiter unten zu beschreibenden exakten Verfahren nur in einer eigenen Versuchswirtschaft in dem nötigen Umfange möglich ist, und unter den Verhältnissen, unter denen die Moor-Versuchs-Station bislang die vergleichenden Versuche anzustellen genötigt war, auf den Kolonaten der einzelnen Moor-Kolonisten nahezu unausführbar war. Die Hoffnung, dass auf den in der Regel räumlich wenig ausgedehnten einzelnen Versuchsflächen die durch die geschilderten Umstände hervorgerufenen Fehlerquellen sich, wenigstens in demselben Jahre bei der gleichen Versuchsfrucht, ziemlich gleichmässig äussern würden, und dadurch, wenn auch nicht die absolute, so doch die relative Richtigkeit der Zahlen weniger geschädigt werden würde, hat sich leider nicht erfüllt (s. darüber w. u.). Die Verwertung der Zahlen für Roggen und Hafer, wie sie in den vorstehenden Tabellen aufgeführt sind, wird daher zu Schlüssen über die Wirkung der verschiedenen Nährstoffe, namentlich was die Wirkung der steigenden Dosen betrifft, nur mit Vorbehalt geschehen können.

Was den Erfolg der *Kalidüngung* angeht, so ist auf den Versuchsflächen No. 2, 3a und b in den Versuchsjahren 1891/92 der Höchstertrag bei Kartoffeln erst bei einer Düngung mit 200 *kg* oder 150 *kg* Kali erzielt worden. In den folgenden Jahren wird auf den genannten 3 Flächen der Höchstertrag an Kartoffeln bereits bei 100 *kg* Kali erzielt, bei den stärkeren Düngungen ist ein Sinken des Ertrages deutlich bemerkbar. Es ist dieses offenbar auf eine Anreicherung des Bodens mit Kali zurückzuführen. Stellt man für einen besonderen Fall, z. B. den Versuch No. 2 Lankenau, Düngung 100 *kg* Kali, eine Berechnung darüber an, wie viel Kali dem Felde durch die Ernte in den beiden Versuchsjahren 1891/92 und 1892/93 entzogen worden ist, unter Zugrundelegung eines durchschnittlichen Gehaltes der normal mit Kalisalzen gedüngten Kartoffeln von 0,53 $^0/_0$, des Roggenkornes von 0,52 $^0/_0$, des Strohes von 0,96 $^0/_0$ Kali im durchschnittlichen Trockenheitszustand der Ernte,[1]) so ergiebt sich für die beiden Jahre eine Entnahme von 155 *kg* Kali gegenüber einer Zufuhr von 200 *kg*, für die mit 150 *kg*

[1]) Die Zahlen stützen sich auf umfangreiche, seit mehreren Jahren vorgenommene analytische Ermittelungen über die Aschenbestandteile der mit Kunstdünger gedüngten Moorfrüchte, Untersuchungen, die neben anderem den Zweck verfolgen, Durchschnittswerte für den Gehalt der wichtigsten Moorfrüchte an Kali, Phosphorsäure und Stickstoff zu gewinnen. Ausführliche Mitteilungen über die Ergebnisse dieser Versuche werden erfolgen, wenn dieselben zu einem gewissen Abschluss gediehen sind.

Kali gedüngte Parzellengruppe eine Entnahme von 166 *kg* Kali gegenüber einer Zufuhr von 300 *kg* Kali. Das erste Versuchsjahr ist hierbei nicht einmal in Rücksicht gezogen. Je mehr sich die stärker gedüngten Parzellengruppen mit den einzelnen Nährstoffen anreichern, um so weniger werden sie in der Folge auf die stärkeren Düngergaben reagieren. Um so eher sollte man erwarten, dass bei Parzellen, die längere Zeit hindurch starke Kalidüngungen erhalten haben, wie die mit 200 und 250 *kg* Kali pro Hektar und Jahr, die Nachwirkung dieser Düngungen in den folgenden Jahren, wo eine Kalidüngung völlig unterlassen wurde, sehr stark gewesen wäre, und dass, wenn bei dauernd fehlender Kalizufuhr ein Rückgang auf diesen Parzellen sich einstellt, dieser auf den ursprünglich schwächer gedüngten stärker sein würde, als auf den früher stärker mit Kali versehenen. Was den letzten Punkt zunächst betrifft, so stellt sich das merkwürdige Ergebnis heraus, dass die Nachwirkung der Kalidüngung bei den Parzellengruppen, die früher bis 1892/93 250 *kg* Kali pro Jahr erhalten haben, ungünstiger war, als auf den mit nur 200 *kg* pro Hektar im Jahre bis 1892/93 gedüngten Parzellengruppen. Der besseren Übersicht wegen sind aus der Tabelle für Versuch No. 2 die betreffenden Zahlen für die *Kartoffelerträge* herausgezogen.

		Düngung mit Kali in *kg* pro *ha*		
		150 kg	*200 kg*	*250 kg*
Versuch No. 2, Lankenau.	1891/92	90	**100**	94
			kein Kali	kein Kali
	1893/94	89	80	79
	1895/96	95	89	78

Wenn man vielleicht auch annehmen wollte, dass z. B. im Jahre 1891/92 die stärkeren Kalidüngungen an sich schädlich auf den Kartoffelertrag gewirkt haben, so würde doch diese Annahme für die Versuche der folgenden Jahre, namentlich nicht für die der Jahre 1895/96, gültig sein können, nachdem Jahre lang kein Kali mehr zugeführt worden ist. Die leichte Löslichkeit der Kalisalze an sich und der Umstand, dass sie auch im Moorboden bis zu einem bestimmten Grade[1]) leicht löslich bleiben, spricht gegen diese Annahme. Durch die Untersuchungen von Minssen und Schliebs[2]) ist zudem der Beweis erbracht, dass gegen Ende des Versuches zwar eine beträchtliche Anreicherung der mit Kali gedüngten Parzellen eingetreten ist, die jedoch für die am stärksten gedüngten Parzellen im höchsten Fall den Betrag einer einzigen früheren Jahreszufuhr wenig überschreitet. Möglicherweise — so könnte man weiter annehmen — sind durch die vorhergehenden starken Kalidüngungen den Ertrag stark beeinflussende Eigenschaften des Hochmoorbodens, seien sie chemischer oder physikalischer Art, dauernd ungünstig verändert worden. Die chemischen

1) S. darüber die Abhandlung über die Zusammensetzung der Sickerwässer aus Moorboden.

2) S. w. u.

Veränderungen äussern sich namentlich in einer starken Abnahme des Kalkgehaltes der Oberflächenschicht (s. w. u.), ferner wäre hier an die etwaige Herabsetzung der Zersetzungsvorgänge im Boden, an eine ungünstige Änderung der Wasser- und damit der Wärmeverhältnisse durch die Anreicherung mit Salzen zu denken. Träfe diese Annahme zu, so müsste bei den Versuchsreihen mit steigenden Phosphorsäuredüngungen, bei denen in der Grunddüngung alljährlich die stärkste Kalidüngung gegeben wurde, sich, wenigstens in den späteren Versuchsjahren, der Rückgang in den Erträgen auf allen Parzellengruppen gegenüber den Parzellengruppen der Kalireihe bemerkbar machen, was nicht der Fall ist. Nach den Ergebnissen der analytischen Untersuchung des Bodens ist, wie oben schon bemerkt, zu Ende des Versuches die Anreicherung mit Kali nicht so beträchtlich, dass die Annahme, dadurch würden wesentliche Änderungen der Bodenbeschaffenheit veranlasst, viel Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Bei der Phosphorsäure ist bei Versuch 2 in Übereinstimmung mit den früheren Versuchen eine deutliche Ertragsverminderung durch die stärkeren Phosphorsäuregaben im Jahre 1891/92 bei Kartoffeln zu konstatieren.[1]) Im Jahre 1893/94 besteht, nachdem die Phosphorsäuredüngung unterlassen worden ist, diese Depression im Ertrag noch, jedoch ist sie für die starke Düngung erheblich geringer, für die schwächere stärker geworden; im Jahre 1895/96 ist sie auf der Parzellengruppe, die früher mit 150 *kg* Phosphorsäure gedüngt worden war, verschwunden, auf der früher mit 175 *kg* gedüngten Parzellengruppe beträgt sie nur 4 $^0/_0$ des Höchstertrages. Bei Versuch No. 3a und b tritt im Jahre 1891/92 eine etwas stärkere, im Jahre 1893/94 eine schwache Depression auf den Parzellengruppen mit 80 und 120 *kg* Phosphorsäure pro Hektar ein, auf den mit 120 *kg* äussert sie sich im Jahre 1895/96 nach mehrjährigem Ausfall der Phosphorsäuredüngung auf Fläche 3a und 3b in höherem Grade, als im Jahre 1893/94. Bei den Versuchen mit Roggen treten ähnliche Erscheinungen auf, auch auf den Flächen, die schon einmal eine gleichmässige Düngung kurz vorher erhalten haben, ausgenommen Versuch No. 6 bei J. GELLNER in Giersdorf. Wir müssen darauf verzichten, für diese z. T. widersprechenden Erscheinungen eine nur einigermassen befriedigende Erklärung auf Grund der vorliegenden Versuche zu finden. Es soll die Sache neuer, in der Versuchswirtschaft der Moor-Versuchs-Station im Maibuscher Moor anzustellender Versuche sein, bei denen alle bis jetzt erkannten Fehlerquellen möglichst ausgeschlossen werden, diese noch sehr dunklen Fragen zu klären.

Das Ergebnis der in den vorstehenden Zusammenstellungen aufgeführten Versuche mit verschiedenen Nährstoffmengen dürfte jedoch zu folgenden, für die Praxis der Düngung der Hochmooräcker wichtigen Schlüssen berechtigen, die mit den aus den Versuchen der früheren Jahre gefolgerten Resultaten in befriedigendem Einklang stehen.[2])

[1]) FLEISCHER, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station, S. 361.

[2]) Ebenda, S. 367.

Mit einer *Kaligabe* von mehr als 200 *kg* Kali pro Hektar wird in den ersten Versuchsjahren in wenigen Fällen eine weitere Steigerung der Erträge erzielt. Dort, wo sie zu beobachten ist, ist sie nur selten so gross, dass die Verwendung stärkerer Kalidüngungen wirtschaftlich erscheint, oder sie ist, wie bei Versuch No. 5 mit Roggen (Versuchsjahr 1891/92), im Hinblick auf die Durchschnittserträge bei den vorhergehenden schwächeren Düngungen, bei denen keine entsprechende Steigerung eintritt, aus oben dargelegten Gründen mit einer gewissen Reserve zu betrachten. Die schwächste Dosis von 100 *kg* pro Hektar bringt in allen Fällen auf den nicht im Vorjahr gleichmässig mit Kali gedüngten Versuchsflächen eine recht bedeutende Steigerung hervor. Erhöhung der Gabe um 50 *kg* auf 150 *kg* hat in manchen Fällen noch eine bemerkbare Erhöhung des Ertrages verursacht, ist jedoch offenbar nicht mehr zur vollen Ausnutzung gelangt, ebensowenig die weitere Erhöhung um 50 *kg* auf 200 *kg* pro Hektar.

In den späteren Versuchsjahren wird der Höchstertrag vielfach schon mit 100 *kg* Kali pro Hektar gewonnen oder doch so nahe erreicht, dass die weitere Steigerung der Kalidüngung nicht rentabel ist.

Bei *Phosphorsäurezufuhr* wird überwiegend das Maximum des Ertrages bei 100 oder 125 *kg* Phosphorsäure pro Hektar erzielt, bei den stärkeren Dosen nicht selten ein Rückgang der Erträge beobachtet. Es ist sehr wahrscheinlich, dass in den späteren Versuchsjahren der Maximalertrag vielfach schon bei geringeren Phosphorsäuremengen erlangt wird, worüber die Versuche bei der vorliegenden Anordnung allerdings nichts aussagen können. Auf den einmal gleichmässig gedüngten Flächen ist die gute Nachwirkung der Phosphorsäuredüngung auf den vorher ohne Phosphorsäure gebliebenen Parzellen im nächsten Jahr unverkennbar. Bei den Versuchen mit Phosphorsäure konnte der erst später auch für den Moorboden festgestellten Wichtigkeit der Citratlöslichkeit keine Rechnung getragen werden, die verschiedene Citratlöslichkeit der in den verschiedenen Jahren verwendeten Thomasmehle wird auf die Ergebnisse nicht ohne Einfluss gewesen sein. Der lange Zeit vorher gebrannte, aus Heide kultivierte Hochmoorboden ist in Übereinstimmung mit den älteren Versuchen der Moor-Versuchs-Station, namentlich bei Halmfrucht, einer Phosphorsäuredüngung in sehr viel höherem Masse bedürftig, als der kurz vorher zu Brandfruchtbau genutzte Boden.[1])

Bei steigenden *Stickstoffdüngungen* wird dagegen in keinem einzigen Fall der Höchstertrag bei 30 *kg* pro Hektar erreicht, sondern erst bei 45 und 60 bezüglich 75 *kg*. Die Ausnutzung der stärkeren Dosen ist allerdings in allen Fällen nicht so vollkommen, wie die der schwächsten Gabe, aber in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle erscheint die Verwendung der stärkeren Gabe, namentlich bei Kartoffeln, als durchaus rentabel.

[1]) Siehe darüber die Abhandlung über die Phosphorsäure im Moorboden.

2. Über die Wirkung verschiedener Phosphate auf Hochmoorboden.

1. **Versuch No.** 8 (3. Bericht S. 282).
2. Bodenform E.
3. Joh. Stegmann in Schanzendorf, Hellweger Moor.
4. Seit 1885 zu einem Versuch über die Wirkung verschiedener Phosphate auf Hochmoorboden benutzt. Parzelle 1, 3, 11, 12 erhielten bis 1888 Phosphorsäure in Form von Eisenphosphat, das später auf Parzelle 1 und 11 durch Thomasmehl, auf Parzelle 3 und 12 durch Kalkpräcipitat ersetzt wurde.
5. 24 *a*.
6. Wirkung von Phosphorsäure in verschiedener Form auf altem Hochmoorackerland.
7. b) 1883 4000 *kg* gebr. Kalk pro Hektar.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. a) 200 *kg* Kali als Kainit, 30 *kg* Stickstoff als Chilisalpeter.
 b) 175 *kg* Phosphorsäure als Thomasschlacke, Kalkpräcipitat.
10. Klee und Gras in gleicher Düngung.
11. a) Roggen. b) 16. Oktober 1891. c) 2. u. 3. August 1892. d) 8. u. 11. August 1892.
12. Nach dem 1. Schnitt wurde die Kleestoppel flach umgepflügt, später mehrmals geeggt. Anfang Oktober tief zur Saat gepflügt, Kunstdünger gestreut und umgeeggt, dann die Saat doppelzinkig eingeeggt.
13. 13. Dezember 1891: Gleichmässiger Stand des Roggens. 4. April 1892: Desgl. Unterschiede zwischen den verschieden gedüngten Parzellen nicht bemerkbar. 13. April: Der Roggen leidet unter Nachtfrösten und dürren kalten Winden. Das Fehlen der Phosphorsäure macht sich deutlich bemerkbar.
14.

Parzelle	Düngung ausser Kali u. Stickstoff	Ertrag an Korn und Stroh in *kg*							
2, 6, 10, 15	0 Phosphorsäure	1220	2940	1400	3340	1730	3870	1300	3140
1, 4, 7, 11	Thomasmehl	2030	4570	1700	4220	1780	4120	2320	5020
13, 14, 18, 20	Thomasmehl	2300	5370	2345	5220	2050	4400	2200	4930
22, 24	Thomasmehl	2200	4850	2200	1850	—	—	—	—
3, 5, 8, 9	Kalkpräcipitat	2130	5670	1800	4370	1940	4320	2030	4470
12, 16, 17, 19	Kalkpräcipitat	2525	5420	2350	5100	2380	4790	2160	4650
21, 23	Kalkpräcipitat	2300	4900	1980	4330	—	—	—	—

Durchschnittserträge an Korn und Stroh in *kg*:

Ohne Phosphorsäure . .	1412	3323
Mit Thomasmehl . . .	2078	4695
Mit Kalkpräcipitat . . .	2160	4802

8. *Versuchsjahr 1892/93.*
9. Wie im Vorjahr.
10. Roggen.
11. a) Kartoffeln. b) 8. Mai 1893. c) 5. und 6. Oktober 1893. d) 5. und 6. Oktober 1893.

12. Nach der Roggenernte Herbst 1892 flach gepflügt, später geeggt, dann tief gepflügt; der Kunstdünger wird auf die rauhe Furche gestreut

14.

Parzelle	Düngung ausser Kali u. Stickstoff	Ertrag an Knollen in *kg*			
2, 6, 10, 15	0 Phosphorsäure	23 500	21 905	22 000	24 620
1, 4, 7, 11	Thomasschlacke	25 570	23 880	21 115	23 850
13, 14, 18, 20	Thomasschlacke	24 300	23 800	25 800	24 705
22, 24	Thomasschlacke	24 300	24 325	—	—
3, 5, 8, 9	Kalkpräcipitat	23 625	21 750	22 095	23 325
12, 16, 17, 19	Kalkpräcipitat	23 070	24 200	24 250	24 175
21, 23	Kalkpräcipitat	24 225	23 910	—	—

Durchschnittsertrag an Knollen in *kg*:

Ohne Phosphorsäure 23 006

Mit Thomasmehl 24 165

Mit Kalkpräcipitat 23 463

8. *Versuchsjahr 1893/94.*
9. Wie im Vorjahr.
10. Kartoffeln.
11. a) Hafer. c) 210 *kg*. d) 31. August 1894.
12. Nach der Kartoffelernte geegt, dann tief gepflügt, den Kunstdünger auf die rauhe Furche gestreut, im Frühjahr geegt, die Saat flach untergepflügt.
13. Der Hafer hat ziemlich gleichmässig vom Frost gelitten.
14.

Parzelle	Düngung ausser Kali und Stickstoff	Ertrag an Korn und Stroh in *kg*							
2, 6, 10, 15	0 Phosphorsäure	1075	2850	1225	3975	1275	3150	1275	3200
1, 4, 7, 11	Thomasmehl	1100	4150	1075	2975	1100	3175	1375	3425
13, 14, 18, 20	Thomasmehl	1500	3875	1425	3700	1400	3775	1400	3625
22, 24	Thomasmehl	1175	3275	1300	3375	—	—	—	—
3, 5, 8, 9	Kalkpräcipitat	1375	3950	1300	3475	1175	3425	1350	3275
12, 16, 17, 19	Kalkpräcipitat	1450	3550	1375	4050	1575	3825	1525	3800
21, 23	Kalkpräcipitat	1450	3625	1150	3075	—	—	—	—

Durchschnittsertrag an Korn und Stroh in *kg*:

Ohne Phosphorsäure . . 1213 3294

Mit Thomasschlacke . . 1285 3535

Mit Kalkpräcipitat . . . 1373 3605.

Das Hauptergebnis des vorstehenden Versuches ist in Übereinstimmung mit den früher gewonnenen Resultaten die Feststellung der Gleichwertigkeit in der Wirkung der Thomasmehl-Phosphorsäure mit der des Kalkpräcipitates, sowie die Bestätigung des früher bereits gewonnenen Ergebnisses, dass auf altem Hochmoorackerland in guter Kultur eine Phosphorsäurezufuhr zu

Kartoffeln wirkungslos oder doch in sehr geringem Grade wirksam, wenn nicht direkt schädlich sich erweist. Im letzten Versuchsjahr 1893/94 war der Ertrag an Hafer infolge Frostschadens überhaupt so gering, dass nur eine Wirkung der Phosphorsäuredüngung und auch nur in geringem Grade bei Stroh hervortrat.

Die bei Vegetationsversuchen mit verschiedenen Thomasmehlen und Rohphosphaten im Jahre 1896 gemachten Beobachtungen über die günstige Wirkung eines als Algierphosphat durch die Firma Hoyermann in Hannover erlangten Rohphosphates gaben Veranlassung zur Ausführung von Feldversuchen mit Algierphosphat im Vergleich zu Thomasmehl. Dieselben wurden auf neukultiviertem Boden bei J. H. Behling in Stellenfelde und auf älterem Hochmoorackerland bei Joh. Lankenau, ebenfalls in Stellenfelde, im Hellweger Moor angestellt. Da es sich zunächst nur um eine schnelle Orientierung über die Wirkung dieses verhältnismässig billigen Rohphosphates im freien Felde handelte und anderweitige, genügend vorbereitete Flächen nicht zur Verfügung standen, so wurde von der Einrichtung einer grösseren Zahl von Kontrollparzellen abgesehen, die Einzelparzellen dagegen grösser als gewöhnlich angelegt und zwischen benachbarten Versuchsparzellen hinreichend breite Schutzstreifen gelassen, um ohne Gefahr der Verschleppung von Dünger auf verschieden gedüngte Parzellen die Bearbeitung mit Spannvieh vornehmen zu können. Die Schutzstreifen blieben ohne Phosphorsäuredüngung und dienten so zum Nachweis des Phosphorsäuremangels auf der Versuchsfläche überhaupt.

Das zur Verwendung kommende Algierphosphat enthielt 28,35 % Phosphorsäure und war sehr fein gemahlen (94,8 % Feinmehl in dem normalen Thomasmehlsieb); das Thomasmehl enthielt 19,11 % Phosphorsäure, davon 13,52 % in citratlöslicher Form.

Die Versuchsflächen für die Versuche No. 9 und 10 waren im Jahre 1895 flach und im Jahre 1896 tief gepflügt worden. Um eine gründliche Durchmischung des Bodens mit dem Mergel zu erzielen, wurde das Land wiederholt mit der sog. Häkel, einem in seinem Tiefgange regulierbaren, löffeleggeartigen Instrument bearbeitet, der Kunstdünger einfach, der Roggen doppelzinkig eingeeggt.

Auf dem Felde von J. Lankenau, *älteres Hochmoorackerland, tritt wiederum bei Kartoffeln die bereits oben hervorgehobene Erscheinung auf, dass die Phosphorsäure in jeglicher Form keine Ertragserhöhung hervorbrachte.* Der Versuch ist deshalb nicht aufgenommen worden; das Ergebnis der Versuche No. 9 und 10 folgt hierunter.

1. **Versuch No. 9.**
2. Bodenform B.
3. J. H. Behling in Stellenfelde, Hellweger Moor.
4. Das Feld hatte nach dem Brennen lange Jahre in Heide gelegen, wurde durch Pflügen für die Kultur vorbereitet.
5. S. Tabelle.

6. Vergleich der Wirkung gleicher Phosphorsäuremengen in Form von Thomasmehl und Algierphosphat.
7. a) S. S. 46.
 b) 4000 *kg* Kalk pro Hektar in Form von Misburger Mergel am 14. Oktober 1896.
8. *Versuchsjahr 1896/97.*
9. a) 175 *kg* Kali in Form von Kainit, 45 *kg* Stickstoff als Chilisalpeter. (15 *kg* am 20. November 1896, 15 *kg* am 7. April 1897, 15 *kg* am 30. April 1897.)
 b) 0, 50 (1), 100 (2), 125 (3) *kg* Phosphorsäure[1]) als Thomasmehl und Algierphosphat am 23. Oktober 1896.
10. Keine Vorfrucht.
11. a) Moorroggen. b) 24. Oktober 1896. c) 5. August 1897.
13. 12. März 1897: Der Roggen auf den Parzellen ohne Phosphorsäure steht schlechter, die anderen Abteilungen sind nahezu gleich. 7. April: Phosphorsäuremangel macht sich sehr stark bemerkbar. Auf den Parzellen 1 a ist der Roggen besser als auf 2 a, auf den übrigen Parzellen sind Unterschiede nicht bemerkbar. 8. Mai: Auf Parzelle 1 a ist der Roggen viel besser als auf Parzelle 2 a, anscheinend auch auf Parzelle 3 a etwas besser als auf 4 a. Auf den Restflächen R I und R II sind Unterschiede nicht bemerkbar. 23. Juni: Die Versuchsfläche bietet dasselbe Bild wie früher. Die Parzellen 1 a und 3 a haben aus nicht festzustellenden Ursachen einen etwas ungleichmässigen Stand des Roggens. Die Restfläche R II scheint von etwas schlechterer Beschaffenheit zu sein als R I.
14.

Parzelle	Grösse	Düngung ausser Kali und Stickstoff	Phosphorsäure pro *ha* in *kg*	Ertrag pro *ha*	
				Korn	Stroh
2, 3, 4	1 *a*	0	0	38 \| 20 \| 10	275 \| 180 \| 140
1 a	5 *a*	Thomasmehl	50	1390	3676
2 a	5 *a*	Algierphosphat	50	750	2004
3 a	5 *a*	Thomasmehl	100	2095	4302
4 a	5 *a*	Algierphosphat	100	1860	4166
(R I	3 *a*	Thomasmehl	125	2093	4460)
(R II	3,63 *a*	Algierphosphat	125	2231	4479)

1. **Versuch No. 10.**
2. Bodenform B.
3. J. H. Behling in Stellenfelde, Hellweger Moor.
4. Wie bei Versuch No. 9.
5. S. u.
6. Wie bei Versuch No. 9.
7. Wie bei Versuch No. 9.

[1]) Die stärkste Phosphorsäuredüngung wurde nur auf den Restflächen an beiden Enden des Versuches gegeben, die eine etwas andere Bodenbeschaffenheit hatten.

8. *Versuchsjahr 1896/97.*
9. Wie bei Versuch No. 9. Kainit und die Phosphate wurden am 9. Januar 1897 ausgestreut. 30 *kg* Stickstoff in Form von Chilisalpeter am 25. Mai, 30 *kg* am 1. Juli gegeben.
10. Neuland.
11. a) Kartoffeln. b) 1. Mai 1897. c) 1090 *kg*. d) 24. u. 25. Septbr. 1897.
13. Der Mangel an Phosphorsäure äussert sich sehr deutlich durch eine schlechte Entwicklung der Kartoffeln und durch tiefdunkle Färbung des Kartoffellaubes. Zwischen den mit verschiedenen Phosphaten gleich stark gedüngten Parzellen sind Unterschiede nicht bemerkbar. Die Restfläche R II scheint auch in ihrer Bodenbeschaffenheit auf diesem Felde etwas schlechter zu sein als R I.
14.

Parzelle	Grösse	Düngung ausser Kali und Stickstoff	Phosphorsäure *kg* pro *ha*	Ertrag pro *ha* an
1, 5	½ *a*	0	0	7840 \| 9640
2, 3, 4	1 *a*	0	0	4800 \| 5460 \| 7530
1a	5 *a*	Thomasmehl	50	15 318
2a	5 *a*	Algierphosphat	50	14 722
3a	5 *a*	Thomasmehl	100	19 648
4a	5 *a*	Algierphosphat	100	19 664
(R I	4,66 *a*	Thomasmehl	125	19 148)
(R II	4 *a*	Algierphosphat	125	17 325)

Die Beschaffenheit des zu den Versuchen No. 9 und 10 dienenden Landes war die typische des vor langer Zeit in Brandkultur genützten und dann wieder mit Heide bewachsenen Hochmoorbodens. Die Oberflächenschicht bestand aus dunkelbraunem, grösstenteils gut zersetztem sogen. Heidehumus, in dem noch einzelne Moostorfschollen erkennbar waren, die tieferen Lagen aus völlig unzersetztem Moostorf. In 100 Teilen der völlig trocken gedachten Oberflächenschicht wurden gefunden:

Organische Substanz . . .	91,40	Teile.
Stickstoff	1,46	„
Mineralstoffe	8,60	„
In Salzsäure Unlösliches .	7,13	„
Kalk	0,18	„
Kali	0,08	„
Phosphorsäure	0,09	„

Auf 1 *ha* sind in der Oberflächenschicht von 0 bis 15 *cm* vorhanden: 3929 *kg* Stickstoff, 484 *kg* Kalk, 242 *kg* Phosphorsäure, 215 *kg* Kali.

Die Bestimmung des Gehaltes an freien Humussäuren[1]) ergab für 100 Teile trocken gedachten Moorbodens aus der Oberflächenschicht nach

[1]) Über die Methode der Bestimmung der freien Humussäuren s. w. u. und Chemiker-Zeitung 1897, J. 21, No. 20.

der Kalkung 0,18 % Säure, als Kohlensäure berechnet, ein nicht höherer Gehalt, als er auf länger kultiviertem gekalktem Boden vielfach festgestellt worden ist.

Auf beiden Versuchsflächen wurden nach vorstehenden Zahlen schon im ersten Jahre recht befriedigende Erträge an Roggen und Kartoffeln erzielt. Die mittleren Erträge pro Hektar sind in der folgenden Tabelle aufgeführt, die der Restflächen wegen der nicht gleichmässigen Bodenbeschaffenheit jedoch nicht berücksichtigt worden.

Roggen:

	Korn	Stroh	Ertrag ohne Phosphorsäure gleich 1 Korn	Ertrag ohne Phosphorsäure gleich 1 Stroh
Ohne Phosphorsäure	23 *kg*	198 *kg*	1	1
50 *kg* Phosphorsäure in Thomasmehl .	1390 „	3676 „	60,4	18,6
50 „ „ „ Algierphosphat	750 „	2004 „	32,6	10,1
100 „ „ „ Thomasmehl .	2095 „	4302 „	91,1	21,7
100 „ „ „ Algierphosphat	1860 „	4166 „	80,9	21,0

Kartoffeln:

	Knollen	Ertrag ohne Phosphorsäure gleich 1
Ohne Phosphorsäure	7 054	1
50 *kg* Phosphorsäure in Thomasmehl .	15 318	2,2
50 „ „ „ Algierphosphat	14 722	2,1
100 „ „ „ Thomasmehl .	19 648	2,8
100 „ „ „ Algierphosphat	19 664	2,8

Bei Roggen steht hiernach das Algierphosphat bei der schwächeren Düngung ziemlich weit in seiner Wirkung hinter dem Thomasmehl zurück, bei der stärkeren ist der Unterschied sehr viel geringer, und im Strohertrag nahezu verschwunden. Bei Kartoffeln sind die Unterschiede im Ertrage nach Algierphosphat und Thomasmehl bei der schwächeren Düngung nur klein, bei der stärkeren überhaupt nicht vorhanden. Sehr deutlich tritt bei dem vorstehenden Versuche der grosse Unterschied in der Fähigkeit der Kartoffeln und des Roggens hervor, die Phosphorsäure des Bodens zu verwerten. Auf demselben Boden, aus dem der Roggen unter Zugrundelegung der schon des öfteren für den prozentischen Gehalt an Phosphorsäure benutzten Zahlen (Roggen, Korn lufttrocken 0,43 % Phosphorsäure, Stroh 0,10 %, Kartoffeln 0,16 %) nur 0,3 *kg* Phosphorsäure pro Hektar zu entnehmen vermochte, hat die Kartoffel pro Hektar 11,3 *kg* Phosphorsäure aufgenommen. Dementsprechend ist bei Kartoffeln durch die Phosphatdüngung günstigsten Falls auch nur eine Steigerung auf das 2,8 fache eingetreten, während der Mehrertrag durch Phosphorsäure bei Roggenkorn bis über das 90 fache, bei Stroh bis über das 20 fache steigt. Bei der schwächeren Düngung mit Algierphosphat zu Roggen muss der Kornertrag durch einen nicht bekannten Umstand geschädigt worden sein, die stärkere

Düngung mit Algierphosphat bringt bei Stroh den doppelten Ertrag, bei Korn mehr als den doppelten Ertrag der schwächeren Gabe. Die Algierphosphatdüngung scheint mithin auch in der stärkeren Dosis von 100 *kg* Phosphorsäure pro Hektar völlig zur Wirkung gekommen zu sein, was bei der Thomasphosphatmehldüngung offenbar nicht der Fall gewesen ist. Bei Kartoffeln hat bei keinem der beiden Phosphate die stärkere Dosis ihre volle Wirkung geübt, wenngleich der durch dieselbe hervorgebrachte Mehrertrag deren Verwendung durchaus wirtschaftlich erscheinen lässt.

Das Kilogramm Algierphosphat-Phosphorsäure stellte sich in Bremen bei einem Gehalt des Phosphates von mindestens 75 % Feinmehl auf 13 Pfg., während das Kilogramm Gesamtphosphorsäure einschl. Fracht 22—23 Pfg., das Kilogramm citratlösliche Phosphorsäure etwa 27 Pfg. kostete. Der Algierphosphat verdient daher als billiger Ersatz der Thomasschlacke für den Hochmoorboden alle Beachtung, zumal die vorstehenden günstigen Ergebnisse auf einem bereits stark entsäuerten Boden erzielt wurden, der in seinem Lösungsvermögen für unlösliche Phosphate von vielen stärker sauren Hochmoorböden wesentlich übertroffen wird.[1]) Die vergleichenden Versuche zwischen Thomasmehl und Algierphosphat werden in grösserem Umfange, namentlich auf der neuen Versuchswirtschaft im Maibuscher Moor fortgesetzt. *Die mitgeteilten bis jetzt gewonnenen Ergebnisse lassen es jedoch schon jetzt zulässig erscheinen, das Algierphosphat, namentlich für Böden in jüngerer Kultur, als billigen Ersatz für Thomasmehl zu empfehlen, namentlich wenn zunächst zur Sicherheit, zumal bei Halmfrucht, eine etwas stärkere Düngung etwa ¹/₄ mehr Phosphorsäure in Form von Algierphosphat zugeführt wird, als man andernfalls in Form von Thomasmehl geben würde.* Die Düngung mit Algierphosphat wird dann immer noch bedeutend billiger sein, als die mit Thomasmehl.

3. Über die Wirkung verschiedener Kalisalze (Kainit, Carnallit, 38 % Düngersalz) auf Hochmoorboden.

1. **Versuch No. 11.**
2. Bodenform B (Analyse s. w. u.).
3. Fr. Behling in Stellenfelde, Hellweger Moor.
4. Die Fläche ist vor langer Zeit gebrannt worden und hat dann in Heide gelegen.
5. 67 *a*.
6. a) *Wirkung verschiedener Kalimengen in Form von Kainit, Carnallit und 38 % Düngersalz (Chlorkalium) bei Anwendung im Frühjahr und Herbst zu Kartoffeln.*
 b) *Wirkung verschieden tiefer Bodenbearbeitung.*
7. a) Gehackt und mit Gräben versehen im Jahre 1892 und 1893.
 b) 3000 *kg* gebrannten Kalk pro Hektar, Herbst 1893.

[1]) Vergleiche über diese Verhältnisse w. u. die Abhandlung über die Abhängigkeit des Löslichwerdens von Phosphorsäure aus Rohphosphaten von dem Gehalt des Hochmoorbodens an freien Humussäuren.

8. a) 175 *kg* Phosphorsäure in Thomasmehl, 60 *kg* Stickstoff in Chilisalpeter. b) 0, 125 (1), 175 (2), 225 (3) *kg* Kali in Form von Kainit, Carnallit, 38 % Düngersalz.[1])

Parzelle 1 bis 25 sind durch Bearbeitung mit einem Untergrundspflug im Untergrunde gelockert, Parzelle 26 bis 76 gewöhnlich gepflügt. Die Herbstdüngung mit Kali erfolgte am 19. bis 21. Dezember 1893, die Frühjahrsdündung am 16. April 1894.

11. a) Kartoffeln, rote Junker. b) 10. und 11. Mai 1894. c) 1352 *kg* pro Hektar. d) 19. bis 25. September 1894.

12. *Die Fläche wurde, abgesehen von der Anwendung des Untergrundpfluges vor der Düngung, nicht mit Pflug und Egge bearbeitet, sondern mit Handgeräten, um eine Verschleppung von Düngemitteln auf verschieden gedüngte Nachbarparzellen zu vermeiden. Ausserdem waren zwischen den einzelnen Versuchsparzellen bepflanzte Neutralstreifen (s. w. u.) von 1 bezüglich 1,5 m Breite vorgesehen.*

13. a) Juni: Die Kartoffeln sind vollkommen gleichmässig aufgegangen. Farbe des Krautes verschieden. Das beste Aussehen zeigen die mit 38 % Düngersalz gedüngten Parzellen. 11. August 1894: *Verschiedene Parzellen zeigen eine verschieden starke Kräuselung des Kartoffellaubes, am stärksten die mit Carnallit im Frühjahr gedüngten, etwas weniger die mit Kainit im Frühjahr versehenen. Ohne Kräuselung war das Laub der mit 38 % Düngersalz gedüngten Parzellen.*

14.

Kali		Frühjahrsdüngung mit Kali		Herbstdüngung mit Kali	
	in Form von	Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen	Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen
		Im Untergrund bearbeitete Fläche.			
0	—	12, 20	7270 \| 10 240	12, 20	7 270 \| 10 240
1	Kainit	21	9 345	1, 19	12 455 \| 12 640
2	„	24	10 125	4, 16	11 450 \| 12 475
3	„	—	—	7, 9	13 330 \| 13 065
1	Carnallit	22	8 860	2, 18	12 605 \| 12 845
2	„	25	7 075	5, 15	12 585 \| 10 830
3	„	—	—	10, 14	12 020 \| 11 590
1	38 % Düngersalz	23	11 845	3, 17	13 175 \| 14 910
2	„	—	—	6, 8	12 970 \| 13 345
3	„	—	—	11, 13	14 070 \| 11 565
		Nicht im Untergrund bearbeitete Fläche.			
0	—	30, 38, 49, 62	8320 \| 8095 \| 6865 \| 7910	30, 38, 49, 62	8320 \| 8095 \| 6865 \| 7910
1	Kainit	33, 48	10 875 \| 8770	26, 40, 67	10 940 \| 12 405 \| 11 830
2	„	36, 60	9020 \| 11 240	29, 64	12 925 \| 12 980
3	„	52	8075	41, 45	12 425 \| 11 130
1	Carnallit	32, 50, 58	8900 \| 7125 \| 5085	27, 45, 66	14 715 \| 12 235 \| 11 525
2	„	39, 61	6440 \| 7610	35, 63	11 820 \| 11 560
3	„	46	6625	42, 54	12 015 \| 10 295
1	38 % Düngersalz	31, 44, 59	13 370 \| 14 520 \| 13 030	28, 65	12 270 \| 13 825
2	„	37, 51	14 325 \| 13 170	34	13 160
3	„	47	13 435	43, 53	15 855 \| 13 420

[1]) Irrtümlich wurde in Form von 38 % Düngersalz etwas weniger Kali als beabsichtigt gegeben, nämlich statt 125, 175, 225 *kg* pro Hektar 106,9, 149,5, 192,10 *kg* pro Hektar.

Durchschnittserträge.

Düngung		Im Untergrund bearbeitete Fläche		Nicht im Untergrund bearbeitete Fläche	
		Frühjahrsdüngung mit Kali	Herbstdüngung mit Kali	Frühjahrsdüngung mit Kali	Herbstdüngung mit Kali
		kg pro *ha*		*kg* pro *ha*	
0 *kg* Kali		8755		7797	
125 „ „	Kainit	9 345	12 547	9 822	11 725
175 „ „	Kainit	10 125	11 962	10 130	12 952
225 „ „	Kainit	—	13 197	8 075	11 778
125 „ „	Carnallit	8 860	12 725	7 037	12 825
175 „ „	Carnallit	7 075	11 708	7 025	11 740
225 „ „	Carnallit	—	11 805	6 625	11 155
106,9 „ „	38 % Düngersalz	11 845	14 042	13 640	13 047
149,5 „ „	38 % Düngersalz	—	13 158	13 748	13 160
192,1 „ „	38 % Düngersalz	—	12 817	13 435	14 638

8. *Versuchsjahr 1894/95.*
9. a) Wie im Vorjahre.
 b) Desgl., nur wurde, da Versuchsfrucht Roggen war, alles Kali im Herbst gegeben; die Parzellen mit 38 % Düngersalz erhielten fortan das richtige Quantum Kali, also 125 (1), 175 (2), 225 (3) *kg* Kali pro Hektar.
10. Kartoffeln.
11. a) Roggen. c) 13. bis 17. August 1895.
12. Die Parzellen 1 bis 25 wurden tiefer gehackt als die übrigen.
13. Der Roggen kam gut durch den Winter, das Fehlen des Kalis macht sich deutlich bemerkbar.
14. (Siehe Tabelle auf Seite 53.)

Durchschnittserträge.

Düngung		Tief bearbeitete Fläche Ertrag in *kg*		Flach bearbeitete Fläche Ertrag in *kg*	
		Korn	Stroh	Korn	Stroh
0 Kali		940	2168	940	2500
1 „	Kainit	1992	4105	1960	4189
2 „	Kainit	1930	4055	2125	4390
3 „	Kainit	1653	3520	2180	4464
1 „	Carnallit	1945	3963	2139	4384
2 „	Carnallit	2015	4093	1921	3936
3 „	Carnallit	1755	3620	2260	4692
1 „	38 % Düngersalz	1725	3562	1859	3884
2 „	38 % Düngersalz	1723	3525	1925	4118
3 „	38 % Düngersalz	1610	3285	1875	4002

Düngung mit Kali im Herbst.

Kali	in Form von	Tief bearbeitete Fläche: Parzelle	Tief bearbeitete Fläche: Ertrag in *kg* Korn	Tief bearbeitete Fläche: Ertrag in *kg* Stroh	Nicht tief bearbeitete Fläche: Parzelle	Nicht tief bearbeitete Fläche: Ertrag in *kg* Korn	Nicht tief bearbeitete Fläche: Ertrag in *kg* Stroh
0	—	12	830	1885	49	920	2410
0	—	20	1050	2450	62[1])	960	2590
1	Kainit	1	1835	3890	26	2065	4530
1	„	19	2070	3865	40	2070	4310
1	„	21	2070	4560	67	1580	3220
1	„	—	—	—	33	2100	4550
1	„	—	—	—	48	1915	4200
1	„	—	—	—	56	2030	4325
2	„	4	1700	3525	29	2215	4675
2	„	16	2130	4300	36	2220	4690
2	„	24	1960	4340	60	1985	3880
2	„	—	—	—	64	2080	4315
3	„	7	1525	3160	41	2300	4760
3	„	9	1780	3880	52	2360	4835
3	„	—	—	—	55	1880	3800
1	Carnallit	2	1800	3560	27	2080	4100
1	„	18	2065	4140	32	2245	4875
1	„	22	1970	4190	45	2060	4250
1	„	—	—	—	50	2185	4540
1	„	—	—	—	58	2215	4550
1	„	—	—	—	66	2050	3990
2	„	5	1635	3240	35	2070	4540
2	„	15	2240	4670	39	2220	4170
2	„	25	2170	4370	61	1530	3055
2	„	—	—	—	63	1865	3980
3	„	10	1810	3740	42	2350	4860
3	„	14	1700	3500	46	2345	4890
3	„	—	—	—	54	2085	4325
1	38 % Düngersalz	3	1430	2975	28	2015	4325
1	„	17	1915	3820	31	1900	3890
1	„	23	1830	3890	44	1765	3745
1	„	—	—	—	59	1875	3730
1	„	—	—	—	65	1740	3730
2	„	6	1660	3350	34	1945	4190
2	„	8	1785	3700	37	1890	4220
2	„	—	—	—	51	1865	3845
2	„	—	—	—	57	2000	4215
3	„	11	1660	3470	43	1870	3850
3	„	13	1560	3100	47	1730	3865
3	„	—	—	—	53	2025	4290

[1]) Die Kontrollparzellen 30 und 38 sind wahrscheinlich irrtümlich gedüngt worden und daher ausgeschaltet.

8. *Versuchsjahr 1895/96.*

9. Düngung genau wie im Jahre 1894, nur erhielten die Parzellen mit 38 % Düngersalz 125 (1), 175 (2), 225 (3) *kg* Kali. *Irrtümlich erhielten die Parzellen, die mit Kali im Früjahr gedüngt wurden, auch die Thomasmehldüngung erst im Frühjahr am 9. April.*

10. Roggen.

11. a) Kartoffeln. b) 24. April. c) 1169 *kg* pro Hektar. e) 23. bis 26. September.

12. Parzellen 1 bis 25 wurden tief bearbeitet.

13. 28. Juni: Die Kartoffeln sind gleichmässig aufgegangen, in der Entwicklung des Krautes etwas zurück.

14.

Kali		Frühjahrsdüngung mit Kali		Herbstdüngung mit Kali	
	in Form von	Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen	Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen
		Im Untergrund bearbeitete Fläche.			
0	—	12, 20	11 250 \| 10 506	12, 20	11 250 \| 10 506
1	Kainit	21	19 650	1, 19	20 744 \| 19 286
2	"	24	18 917	4, 16	20 210 \| 19 595
3	"	—	—	7, 9	19 320 \| 18 905
1	Carnallit	22	18 050	2, 18	20 080 \| 18 480
2	"	25	18 620	5, 15	18 910 \| 18 440
3	"	—	—	10, 14	20 310 \| 19 460
1	38 % Düngersalz	23	18 690	3, 17	20 220 \| 18 700
2	"	—	—	6, 8	18 900 \| 17 870
3	"	—	—	11, 13	20 720 \| 18 040
		Nicht im Untergrund bearbeitete Fläche.			
0	—	49, 62	14 447 \| 9523	49, 62	14 447 \| 9523
1	Kainit	33, 48, 56	21 184 \| 18 508 \| 20 498	26, 40, 67	19 659 \| 19 964 \| 18 601
2	"	36, 60	20 740 \| 20 380	29, 64	21 377 \| 22 449
3	"	52	21 082	41, 55	21 749 \| 19 587
1	Carnallit	32, 50, 58	21 523 \| 20 320 \| 18 501	27, 45, 60	20 015 \| 18 815 \| 13 317
2	"	39, 61	19 290 \| 19 940	35, 63	20 750 \| 18 830
3	"	46	18 962	42, 54	21 480 \| 21 469
1	38 % Düngersalz	31, 44, 59	19 900 \| 20 130 \| 19 762	28, 65	19 716 \| 20 321
2	"	37, 51	20 630 \| 20 980	34, 57	20 940 \| 19 350
3	"	47	20 277	43, 53	20 217 \| 20 668

Durchschnittserträge.

Düngung		Im Untergrund bearbeitete Fläche: Frühjahrsdüngung mit Kali	Im Untergrund bearbeitete Fläche: Herbstdüngung mit Kali	Nicht im Untergrund bearbeitete Fläche: Frühjahrsdüngung mit Kali	Nicht im Untergrund bearbeitete Fläche: Herbstdüngung mit Kali
		kg pro *ha*		*kg* pro *ha*	
0 Kali		10878		11985	
125 „	Kainit	19650	20015	20063	19408
175 „	Kainit	18917	19902	20560	21913
225 „	Kainit	—	19112	21082	20668
125 „	Carnallit	18050	19280	20115	17382
175 „	Carnallit	18620	18675	19615	19790
225 „	Carnallit	—	19885	18962	21474
125 „	38 % Düngersalz	18690	19460	19931	20018
175 „	38 % Düngersalz	—	18385	20805	20145
225 „	38 % Düngersalz	—	19380	20277	20442

8. *Versuchsjahr 1896/97.*
9. a) 175 *kg* Phosphorsäure in Thomasmehl, 40 *kg* N in Chilisalpeter.
 b) Wie im Jahre 1895/96.
10. Kartoffeln.
11. a) Hafer. b) 10. April 1897. c) 175 *kg*. e) 18. bis 20. August 1897.
12. Parzellen 1 bis 25 wurden tief gehackt.
13. 14. Mai: Der Hafer steht ziemlich gut. 1. Juli: Auf den tief gehackten Parzellen hat der Hafer anscheinend einen etwas besseren Stand. Das Fehlen der Kalidüngung macht sich bemerkbar.
14.

Kali	in Form von	Frühjahrsdüngung mit Kali: Parzelle	Ertrag in *kg*: Korn	Ertrag in *kg*: Stroh	Herbstdüngung mit Kali: Parzelle	Ertrag in *kg*: Korn	Ertrag in *kg*: Stroh
		Im Untergrund bearbeitete Fläche.					
0	—	12	1580	3750	12	1580	3750
0	—	20	1920	4410	20	1920	4410
1	Kainit	21	2060	4170	1	1640	3980
1	„	—	—	—	19	2425	4750
2	„	24	2075	4150	4	2030	5030
2	„	—	—	—	16	2230	4400
3	„	—	—	—	7	1660	5140
3	„	—	—	—	9	2040	4620
1	Carnallit	22	2060	4260	2	1960	4450
1	„	—	—	—	18	2330	4400
2	„	25	2130	4360	5	2150	5000
2	„	—	—	—	15	2670	5050
3	„	—	—	—	10	2230	4630
3	„	—	—	—	14	1930	4560

Fortsetzung.

Kali	in Form von	Frühjahrsdüngung mit Kali: Parzelle	Frühjahrsdüngung mit Kali: Ertrag in *kg* Korn	Frühjahrsdüngung mit Kali: Ertrag in *kg* Stroh	Herbstdüngung mit Kali: Parzelle	Herbstdüngung mit Kali: Ertrag in *kg* Korn	Herbstdüngung mit Kali: Ertrag in *kg* Stroh
1	38 % Düngersalz	23	1740	3850	3	1950	4800
1	„	—	—	—	17	1990	4520
2	„	—	—	—	6	2000	5500
2	„	—	—	—	8	2250	5200
3	„	—	—	—	11	2050	4780
3	„	—	—	—	13	1790	4680
Nicht im Untergrund bearbeitete Fläche.							
0	—	49	1440	3260	49	1440	3260
0	—	62	1570	3510	62	1570	3510
0	—	30	1490	3530	30	1490	3530
0	—	38	1475	3350	38	1475	3350
1	Kainit	33	2110	3840	26	2070	4050
1	„	48	1510	3680	40	1480	3450
1	„	56	2120	4730	67	1930	3740
2	„	36	2580	4590	29	1830	3920
2	„	60	2070	4050	64	2075	4010
3	„	52	2250	4510	41	2240	4650
3	„	—	—	—	55	1890	3500
1	Carnallit	32	2430	4090	27	2330	4630
1	„	50	1725	3590	45	1720	3660
1	„	58	2110	4400	66	2000	3820
2	„	39	1910	3960	35	2410	4190
2	„	61	1970	3780	63	1990	3750
3	„	46	1920	4120	42	2310	4470
3	„	—	—	—	54	2110	3980
1	38 % Düngersalz	31	2320	4870	28	1980	4350
1	„	44	1680	3650	65	1790	3750
1	„	59	1870	4020	—	—	—
2	„	37	2225	4420	34	2000	4250
2	„	51	2040	4660	57	2050	4450
3	„	47	1270	4130	43	1410	3580
3	„	—	—	—	53	1860	4030

Durchschnittserträge.

Düngung	Im Untergrund bearbeitet: Frühjahrsdüngung mit Kali: Korn	Stroh	Herbstdüngung mit Kali: Korn	Stroh	Nicht im Untergrund bearbeitet: Frühjahrsdüngung mit Kali: Korn	Stroh	Herbstdüngung mit Kali: Korn	Stroh
	Ertrag in *kg*				Ertrag in *kg*			
0 *kg* Kali	1750	4080	1750	4080	1494	3412	1494	3412
125 „ „ Kainit	2060	4170	2032	4356	1913	4083	1827	3747
175 „ „ Kainit	2075	4150	2130	4715	2325	4320	1952	3965
225 „ „ Kainit	—	—	1850	4880	2250	4510	2065	4075

Düngung		Im Untergrund bearbeitet: Frühjahrsdüngung mit Kali, Ertrag in *kg*: Korn	Stroh	Im Untergrund bearbeitet: Herbstdüngung mit Kali, Ertrag in *kg*: Korn	Stroh	Nicht im Untergrund bearbeitet: Frühjahrsdüngung mit Kali, Ertrag in *kg*: Korn	Stroh	Nicht im Untergrund bearbeitet: Herbstdüngung mit Kali, Ertrag in *kg*: Korn	Stroh
125 *kg* Kali	Carnallit	2060	4260	2145	4425	2088	4027	2017	4027
175 „ „	Carnallit	2130	4360	2410	5025	1940	3870	2200	3970
225 „ „	Carnallit	—	—	2080	4595	1920	4120	2210	4225
125 „ „	38 % Düngersalz	1740	3850	1970	4660	1956	4180	1885	4050
175 „ „	38 % Düngersalz	—	—	2125	5350	2132	4540	2025	4350
225 „ „	38 % Düngersalz	—	—	1920	4730	1270	4130	1635	3805

Die Ergebnisse des Versuches.

Die Untersuchung des Bodens des Versuchsfeldes vor Beginn des Versuches (und vor der Kalkung und Düngung) ergab folgendes:

In 100 Teilen der vollkommen trocken gedachten Moorsubstanz wurden ermittelt:

	Oberflächenschicht 0 bis 20 *cm*
Verbrennliche Stoffe	90,06
Stickstoff	1,25
Mineralstoffe	9,94
In Salzsäure Unlösliches	7,82
Kalk	0,30
Kali	0,13
Phosphorsäure	0,11

Der Boden zeigt hiernach die gewöhnliche Zusammensetzung des nicht gedüngten, aus Heide kultivierten Hochmoorbodens; sein Gehalt an Kali ist allerdings grösser, als er als Durchschnitt einer grösseren Anzahl von Analysen derselben Bodenform berechnet worden ist[1]) und der nur 0,05 % der Trockensubstanz beträgt. Die Wirkung der Kalidüngung tritt trotzdem in allen Versuchsjahren sehr deutlich hervor, wenn auch bei den einzelnen Früchten in verschieden starkem Grade.

Die Zusammensetzung der in den verschiedenen Jahren verwendeten Kalisalze war folgende:

1893/94:	Kainit	13,42 % Kali.
	Carnallit	10,47 „ „
	38 % Düngersalz .	38,73 „ „
1894/95:	Kainit	14,78 „ „
	Carnallit	9,87 „ „
	38 % Düngersalz .	38,82 „ „
1895/96:	Kainit	13,12 „ „
	Carnallit	12,17 „ „
	38 % Düngersalz .	39,63 „ „

[1]) S. 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station S. 33 d. S. A.

1896/97:	Kainit	13,83 %	Kali.
	Carnallit	8,57 „	„
	38 % Düngersalz .	39,95 „	„

Was die Versuchsergebnisse des ersten Jahres betrifft, so ist auf beiden Teilen der Versuchsfläche, sowohl der auf gewöhnliche Art als auch der tief bearbeiteten, durch Kalidüngung im Herbst in jeglicher Form, bis zu einer bestimmten Grenze, eine deutliche Steigerung des Ertrags erfolgt. Die Frühjahrsdüngung mit grösseren Mengen der Rohsalze (Kainit und Carnallit) hat jedoch eine sehr viel ungünstigere Wirkung, als die Herbstdüngung. Bei Anwendung von Carnallit im Frühjahr sinkt der Ertrag sogar beträchtlich unter den der überhaupt nicht mit Kali gedüngten Parzelle. Berechnet man für das erste Versuchsjahr den Ertrag bei den verschiedenen Arten der Düngung, indem man den höchsten Ertrag bei Herbstdüngung auf jeder der verschieden bearbeiteten Flächen gleich 100 setzt, so ergiebt sich folgende Reihe:

Düngung		*Im Untergrund bearbeitete Fläche*		*Nicht im Untergrund bearbeitete Fläche*	
		Frühjahrs-düngung mit Kali	*Herbst-düngung* mit Kali	*Frühjahrs-düngung* mit Kali	*Herbst-düngung* mit Kali
0 *kg* Kali		62	62	53	53
125 „ „	Kainit	67	89	67	80
175 „ „	Kainit	72	95	69	88
225 „ „	Kainit	—	94	55	80
125 „ „	Carnallit	63	90	48	88
175 „ „	Carnallit	50	83	48	80
225 „ „	Carnallit	—	84	45	76
106,9 „ „	38 % Düngersalz	84	**100**	93	89
149,5 „ „	38 % Düngersalz	—	93	94	89
192,1 „ „	38 % Düngersalz	—	91	92	**100**

In beiden Fällen hat die Düngung mit 38 % Düngersalz im Herbst am besten gewirkt. Der Ertrag ohne Kalidüngung ist auf der tief bearbeiteten Fläche etwas grösser als auf der flach bearbeiteten, eine Erscheinung, die auch im letzten Versuchsjahr (s. u.) noch einmal auftritt. Jedenfalls ist der Erfolg der tieferen Bearbeitung, falls er überhaupt bemerkbar wird, kein befriedigender, wenn mit derselben keine Entsäuerung der tieferen sauren Moostorfschichten der Hochmooräcker verbunden ist (s. w. u.). Für die Besprechung ziehen wir zunächst nur die Zahlen der nicht im Untergrund bearbeiteten Parzellen heran, da hier die grössere Zahl von Kontrollparzellen vorliegt und gehen auf die der im Untergrund bearbeiteten nur soweit ein, als die Ergebnisse sich nicht mit denen der anderen Flächen decken, oder soweit sie besonders bemerkenswert erscheinen. Was die Wirkung der verschiedenen Kalimengen betrifft, so tritt bei der schwächsten Dosis von 125 *kg* Kali pro Hektar bei Herbstdüngung eine erhebliche Steigerung des Ertrages ein. Die Erhöhung der Kalizufuhr im

Herbst über 125 *kg* um 50 *kg* steigert den Ertrag um weitere 8 % bei Kainit, vermindert ihn um die gleiche Grösse bei Carnallit und zeigt bei 38 %igem Düngersalz, offenbar infolge einer nicht festzustellenden Unregelmässigkeit, keine weitere Steigerung, während die Erhöhung der Kalizufuhr auf die höchste Stufe hier eine Vermehrung des Ertrages um 11 %, auf das Maximum hervorruft. Es ist allerdings zu bemerken, dass bei dem 38 %igen Düngersalz irrtümlich um etwa $^1/_5$ geringere Mengen Kali zugeführt worden sind, als bei den entsprechenden Stufen der beiden übrigen Salze. Eine deutliche Schädigung des Ertrages durch die stärkeren Düngungen mit Kainit und Carnallit im Herbst tritt nicht hervor, wenigstens ist bei Kainit eine solche auf der tief bearbeiteten Fläche nicht vorhanden, und auch auf der flach bearbeiteten sinkt der Ertrag bei 225 *kg* Kali in Kainit nicht unter den der schwächsten Düngung mit 125 *kg* Kali, ebenso steigt die Depression bei Carnallit nicht regelmässig bei stärkerer Düngung. Dagegen treten die Nachteile der Frühjahrsdüngung mit Kainit und Carnallit sehr klar in einer Depression des Ertrages hervor, die bei Carnallit so gross ist, dass weniger geerntet wird als auf der nicht gedüngten Fläche, die bei Kainit sich in etwas schwächerem Grade äussert. Das 38 %ige Düngersalz hat in den schwächeren Dosen günstiger auf den Gesamtertrag gewirkt, als bei Herbstdüngung. Die Differenz bei der stärksten Düngung mit 38 %igem Düngersalz im Herbst und Frühjahr ist namentlich mit Rücksicht auf Schwankungen im Ertrag der Kontrollparzellen nicht gross genug, als dass auf eine wesentliche Benachteiligung durch die Frühjahrsdüngung geschlossen werden dürfte.

In Durchschnittsproben der geernteten Knollen mehrerer Parzellen wurden Stärkebestimmungen ausgeführt.[1]) Dieselben lieferten für die nicht im Untergrund bearbeitete Fläche das folgende Ergebnis:

100 Teile der frischen Knollen enthielten an Stärke:

Düngung		Düngung mit Kalisalz im[2]) Frühjahr		Herbst	
		gereinigt	im Zustand der Ernte	gereinigt	im Zustand der Ernte
0 *kg* Kali		17,67	17,55	17,67	17,55
125 „ „	Kainit	14,52	14,34	17,21	17,02
175 „ „	Kainit	—	—	16,39	16,29
225 „ „	Kainit	14,84	14,82	16,32	16,24
125 „ „	Carnallit	14,89	14,74	16,48	16,37
175 „ „	Carnallit	—	—	—	—
225 „ „	Carnallit	13,32	13,19	15,41	15,04
106,9 „ „	38 % Düngersalz	17,20	—	18,02	17,75
149,5 „ „	38 % Düngersalz	—	—	—	—
192,1 „ „	38 % Düngersalz	16,94	16,89	16,93	16,89

[1]) Die Bestimmung der Stärke wurde unter Verwendung von Malzextrakt nach dem Verfahren von Maercker und Morgen ausgeführt. Siehe König (Untersuchung landw. und gewerbl. wichtiger Stoffe S. 232).

[2]) In einer vorläufigen Mitteilung der nachfolgenden Zahlen im Thätigkeitsbericht der Moor-Versuchs-Station, Protokoll der 33. Sitzung der Central Moor-Kommission S. 16,

100 Teile der frischen gereinigten Knollen enthielten an Trockensubstanz.

		Düngung mit Kalisalz im Frühjahr	Düngung mit Kalisalz im Herbst
0 *kg* Kali		23,14	23,14
125 „ „	Kainit	19,25	21,55
175 „ „	Kainit	—	21,15
225 „ „	Kainit	19,47	20,94
125 „ „	Carnallit	19,35	21,00
175 „ „	Carnallit	—	—
225 „ „	Carnallit	18,04	19,52
106,9 „ „	38 % Düngersalz	22,04	23,19
149,5 „ „	38 % Düngersalz	—	—
192,1 „ „	38 % Düngersalz	21,47	21,50

Was den prozentischen Gehalt an Stärke bei verschiedener Düngung betrifft, so ist mit Ausnahme der schwächsten Düngung mit 38 % Düngersalz im Herbst in allen übrigen Fällen durch die Kalizufuhr eine Erniedrigung des Stärkegehaltes eingetreten. Dieselbe nimmt im allgemeinen mit der Stärke der Düngung zu, jedoch für die verschiedenen Kalisalze in verschiedenem Grade. Stark tritt sie bei der Frühjahrsdüngung mit Kali hervor bei Kainit und namentlich bei Carnallit, in sehr viel geringerem Grade bei dem 38 % Düngersalz. In der folgenden Zusammenstellung ist der durchschnittliche Stärkegehalt *für die schwächste und stärkste Kalidüngung* für die verschiedenen Salze berechnet.

	Düngung mit Kalisalz im Frühjahr	Düngung mit Kalisalz im Herbst
	durchschnittlicher Gehalt an Stärke in den gereinigten Knollen	
Ohne Kalidüngung	17,67	17,67
Bei Düngung mit Kainit	14,68	16,76
„ „ „ Carnallit	14,10	15,94
„ „ „ 38 % Düngersalz . .	17,07	17,47

Die stärkste Depression des Stärkegehaltes wurde somit in Übereinstimmung mit älteren auf mineralischen Bodenarten ausgeführten Versuchen durch Carnallit hervorgerufen.[1]) Das 38 %ige Düngersalz, dass bekanntlich das Kali in Form von Chlorkalium enthält, hat von den drei Kalisalzen sowohl bei Frühjahrs- als Herbstdüngung den prozentischen Stärkegehalt am wenigstens beeinflusst; ein geringes Sinken des prozentischen Gehaltes an Stärke ist allerdings auch hier selbst bei Frühjahrsdüngung bemerkbar. Die Kartoffelart, mit der die Versuche angestellt wurden, war die sogenannte rote Junker, die in den Mooren in der Umgegend von Bremen mit Vorliebe gebaut und in dem Hauptabsatzort Bremen als geschmackvolle Speisekartoffel

sind versehentlich zum Teil die Zahlen für die gereinigten, zum Teil für die nicht gereinigten Knollen angegeben. Das Gesamtergebnis wird dadurch nicht beeinflusst.

[1]) M. MAERCKER, Die Kalidüngung, 2. Aufl., S. 197.

besonders geschätzt wird. Es ist von verschiedenen Seiten neuerdings darauf aufmerksam gemacht worden, dass die Ergebnisse streng genommen immer nur für die betreffende Kartoffelsorte gültig sind, mit denen experimentiert wurde, da namentlich die stärkere oder geringere Ausbildung des Laubes eine grosse Rolle spielt und der Gedanke nicht abzuweisen ist, dass die neueren Kartoffelsorten, ähnlich wie das bei Zuckerrüben der Fall ist, sich mit der Zeit den veränderten Ernährungsbedingungen, wie sie ihnen in der Düngung mit Kalisalz geboten werden, angepasst haben.

Besonders auffällig tritt der Einfluss der Düngung mit verchiedenen Kalisalzen auf den Wassergehalt der Kartoffeln hervor, eine Erscheinung, die, soweit ich es aus der Litteratur festzustellen vermochte, noch nicht zahlenmässig verfolgt worden ist.[1]) *Ausgenommen die schwächste Düngung mit 38 % Düngersalz ist der Gehalt der geernteten Knollen an Trockensubstanz deutlich herabgedrückt, es ist bei Kalizufuhr eine wasserreichere Kartoffel erzielt worden, als ohne solche.* Auch hier hat die Frühjahrsdüngung besonders ungünstig gewirkt, das 38 %ige Düngersalz jedoch wiederum viel weniger, als die beiden anderen Salze, von denen namentlich die stärkste Carnallitdüngung im Frühjahr den Wassergehalt der Knollen stark erhöht hat.

Es ist diese interessante Erscheinung auch für die Beurteilung der Qualität der mit Kalidüngung erzielten Kartoffel von Bedeutung. In der folgenden Zusammenstellung ist der prozentische Stärkegehalt der bei verschiedenartiger Düngung mit Kali erzielten Knollen, bezogen auf *Trockensubstanz*, angegeben.

		Düngung mit Kali im	
		Frühjahr	Herbst
		%	%
0 *kg* Kali		76,37	76,37
125 „ „	Kainit	75,42	79,88
175 „ „	Kainit	—	77,50
225 „ „	Kainit	76,12	77,92
125 „ „	Carnallit	76,97	78,46
175 „ „	Carnallit	—	—
225 „ „	Carnallit	73,81	78,93
125 „ „	38 % Düngersalz	78,06	77,71
175 „ „	38 % Düngersalz	—	—
225 „ „	38 % Düngersalz	78,92	78,75

Der Gehalt der trocknen Erntesubstanz an Stärke ist mithin bei Herbstdüngung in jedem Fall durch Kali gestiegen; die aus der zuerst aufgeführten Tabelle auch bei Herbstdüngung sich ergebende Depression im Stärkegehalt der frischen Knollen ist mithin auf den höheren Wassergehalt der Knollen zurückzuführen.

[1]) LIEBSCHER hat den Einfluss verschiedenartiger Düngung mit Phosphorsäure, Kali und Stickstoff auf den Wassergehalt der Kartoffeln untersucht.

Der Stärkegehalt der mit 38 % Düngersalz gedüngten Knollen ist auf Trockensubstanz berechnet, im Vergleich zu den anderen Salzen, nicht besonders hoch, ferner ist bei steigenden Kalimengen, wenigstens bei Herbstdüngung, kein Rückgang des prozentischen Stärkegehaltes der Trockensubstanz zu konstatieren. Die Frühjahrsdüngung hat dagegen entweder den prozentischen Stärkegehalt der Trockensubstanz erniedrigt oder doch nur wenig erhöht, ausgenommen das 38 %ige Düngersalz, bei dem auch bei Frühjahrsdüngung eine ziemlich beträchtliche Anreicherung des prozentischen Stärkegehaltes in der Trockensubstanz eintritt.

Wenn nun beobachtet worden ist, dass bei krautreichen Sorten[1]) die schädigende Wirkung der stärkeren Düngung mit Rohsalzen auf den Stärkegehalt nicht eintritt, so liegt nach obigen Beobachtungen der Gedanke nah, dass bei der stärkeren Verdunstung der laubreicheren Kartoffelarten eine Knolle mit verhältnismässig grossem Trockensubstanzgehalt und gleichzeitig mit einem entsprechend hohen Stärkegehalt in der frischen Masse erzeugt wird. Durch die Düngung mit Kalisalzen findet nachgewiesenermassen eine Vermehrung des Salzgehaltes der Knollen statt, deren Betrag allerdings aus leicht begreiflichen Gründen von den verschiedenen Autoren verschieden hoch gefunden wurde.[2]) Mit grösserem Gehalt an Salzen wird voraussichtlich die Neigung der Knollen wachsen, mehr Wasser festzuhalten. Nicht ohne Interesse ist das Resultat der Ermittlung des Gehaltes der Kartoffelknollen an Chlor und an Alkalien, die bis auf einen winzigen Rest aus Kali bestehen. In der folgenden Tabelle ist der in Prozenten der Trockensubstanz der Kartoffelknollen berechnete Gehalt an Chlor angegeben, ferner der nach Überführung der Alkalien in der Asche in Chloride gefundene Gehalt an Chloralkalien, der daraus berechnete Kaligehalt und das in einzelnen Fällen direkt ermittelte Quantum Kali. Es zeigt sich hierbei, dass eine sehr starke Anreicherung der Knollen mit Chlor und Alkali durch die Düngung verursacht wird, dass jedoch nur ein Teil des letztgenannten an Chlor gebunden ist. Die Unterschiede zwischen der aus der Gesamtmenge des Chloralkalis berechneten und der direkt ermittelten Kalimenge sind so klein, dass Natron nur in verschwindenden Mengen vorhanden sein kann.

Ernteerträge aus dem Jahre 1894.

Düngung		Die Trockensubstanz enthielt in %: Chlor	entspr. Chlorkalium	Gesamtalkali als Chlorid	Aus dem Chlorid berechnetes Kali	Kali (direkt ermittelt)
1. 0 *kg* Kali		0,19	0,41	2,45	1,55	—
2. 125 „ „ als Kainit	i. Herbst	0,82	1,73	3,87	2,44	—
3. 125 „ „ „ „	i. Frühjahr	1,08	2,28	4,55	2,87	—

[1]) M. Maercker, Jahrbuch der Deutschen Landw. Gesellschaft 1897, 12, S. 152.

[2]) siehe darüber auch die Untersuchungen von Th. Pfeiffer, Franke, Lemmermann und Schellbach, Landw. Vers.-Stat. 1897, XLIX, S. 349.

Die Trockensubstanz enthielt in %

Düngung		Chlor	entspr. Chlorkalium	Gesamtalkali als Chlorid	Aus dem Chlorid berechnetes Kali	Kali (direkt ermittelt)
4. 225 *kg* Kali als Kainit	i. Herbst	1,05	2,22	4,95	3,13	—
5. 225 „ „ „ „	i. Frühjahr	1,32	2,77	4,98	3,14	—
6. 125 „ „ „ Carnallit	i. Herbst	0,88	1,84	3,92	2,47	—
7. 125 „ „ „ „	i. Frühjahr	1,18	2,48	4,21	2,66	—
8. 225 „ „ „ „	i. Herbst	1,16	2,43	4,70	2,97	—
9. 225 „ „ „ „	i. Frühjahr	1,52	3,21	5,52	3,49	—
10. 125 „ „ „ Düngers. (38 %)	i. Herbst	0,60	1,26	3,92	2,47	2,40
11. 125 „ „ „ „ (38 „)	i. Frühjahr	0,73	1,53	3,76	2,38	—
12. 225 „ „ „ „ (38 „)	i. Herbst	0,86	1,81	4,48	2,83	2,78
13. 225 „ „ „ „ (38 „)	i. Frühjahr	0,71	1,49	4,59	2,90	2,85

Die Wirkung der verschiedenen Stärke und der verschiedenen Zeit der Düngung auf den Gehalt an Chlor und an Alkalien tritt im allgemeinen sehr scharf hervor. Der Gehalt an Kali steigt in einzelnen Fällen auf das Doppelte des in den Kartoffeln von nicht mit Kali gedüngten Parzellen gefundenen. Diese Anreicherung der Pflanzensubstanz mit Salzen wird für die geringere oder stärkere Anreicherung derselben mit Wasser nicht ohne Bedeutung sein. Die Erscheinung, dass von den Alkalien, die von der Pflanze aufgenommen werden, vornehmlich nur das Kali in die Knollen wandert, stimmt mit den Beobachtungen, die nach der Seite bei anderen Früchten gemacht sind (Zuckerrüben), überein.[1])

Von besonderem Interesse ist die Berechnung der bei der verschiedenen Düngung mit Kalisalzen geernteten Stärkemengen.

Pro *ha* wurden geerntet an Stärke in *kg*:

Düngung		Düngung mit Kali im Frühjahr	Herbst
0 *kg* Kali		1368	1368
125 „ „	Kainit	1409	1996
225 „ „	Kainit	1197	1913
125 „ „	Carnallit	1037	2100
225 „ „	Carnallit	874	1678
106,9 „ „	38 % Düngersalz	2346	2316
192,1 „ „	38 % Düngersalz	2276	2472

In diesen Zahlen tritt die Wirkung der einzelnen Salze auf den Ertrag an Stärke sehr scharf hervor. Allen voran steht das 38 % ige Düngersalz; selbst bei Frühjahrsdüngung wird ein grösseres Stärkequantum mittelst desselben gewonnen, als bei den übrigen Salzen bei Herbstdüngung. Der Kainit und besonders stark der Carnallit haben bei Anwendung im Früh-

[1]) Arbeiten der Versuchs-Station Halle. Schneidewind und Müller. Journal für Landwirtschaft 1896, S. 1.

jahr, von der schwächsten Gabe Kainit abgesehen, durch die ein kleines Mehr an Stärke im Vergleich zu dem Ertrag ohne Kalidüngung erzielt wird, den Stärkeertrag stark herabgedrückt. Carnallit in schwächerer Gabe hat bei Herbstanwendung verhältnismässig günstig gewirkt, bei stärkerer Düngung ebenfalls einen starken Rückgang im Stärkeertrag verursacht, bei Kainit ist das nur in geringerem Masse der Fall. Das 38 %ige Düngersalz, das das Kali in Form des Chlorids enthält, hat nach den obenstehenden Ergebnissen auf Gesamtertrag wie Qualität einen besonders günstigen Einfluss ausgeübt. Es stimmt das mit den anderwärts gemachten Beobachtungen überein,[1]) wie auch nach Anstellung obigen Versuches die günstige Wirkung des Chlorkaliums in Form von 50 oder 38 %igem Düngersalz als Kartoffeldünger auf Moorboden durch die Emsabteilung der Moor-Versuchs-Station bestätigt worden ist.[2]) Wenn man die *Kosten der Kalidüngung* in Form von *Kainit* und von *38 %igem Düngersalz berechnet*, so stellen sich dieselben wie folgt:

100 *kg* Kainit kosten auf dem Versuchsfeld rund 2,45 M.
100 „ 38 %iges Düngersalz kosten auf dem Versuchsfeld rund 9,51 „

Die Düngung mit Kainit (1304 *kg* pro Hektar) kostet mithin im Durchschnitt 31,95 M., die mit 38 %igem Düngersalz (unter Berücksichtigung der geringeren Menge Kali) 36,71 M. Die Kosten der Kalidüngung für einen Doppelcentner (100 *kg*) Kartoffeln sind mithin bei Kainit 0,272 M., bei 38 %igem Düngersalz 0,265 M. Die Kosten für 100 *kg* Stärke bei Kainit 1,64 M., bei 38 %igem Düngersalz 1,53 M. Die Verwendung des 38 %igen Düngersalzes erscheint für Kartoffeln daher trotz des hohen Preises desselben durchaus rentabel, abgesehen davon, dass es ohne Bedenken noch im Frühjahr verwendet werden kann.

Im Jahre 1894/95 folgte auf die Kartoffeln als 1. Frucht Roggen. Hierzu konnte die Kalidüngung natürlich nur im Herbst gegeben werden. In der folgenden Zusammenstellung ist wiederum der höchste Ertrag auf jeder Versuchsfläche gleich 100 gesetzt und danach der der übrigen Parzellengruppen berechnet.

Düngung		Im Untergrund bearbeitete Fläche		Nicht im Untergrund bearbeitete Fläche	
		Korn	Stroh	Korn	Stroh
0 *kg* Kali		46	52	41	54
125 „ „	Kainit	98	100	87	89
175 „ „	Kainit	95	99	94	94
225 „ „	Kainit	82	86	96	95
125 „ „	Carnallit	96	97	94	93
175 „ „	Carnallit	100	99	85	84
225 „ „	Carnallit	87	88	100	100
125 „ „	38 % Düngersalz	85	87	82	83
175 „ „	38 % Düngersalz	85	86	85	88
225 „ „	38 % Düngersalz	80	80	83	85

[1]) S. Th. Pfeiffer, Franke, Lemmermann und Schillbach, Landw. Versuchs-Stationen 1897, Bd. 49, S. 385.

[2]) Salfeld, Protokoll der 37. Sitzung der Central-Moor-Kommission 1896, S. 65, ref. Biedermann's Centralblatt für Agrikulturchemie 1897, Bd. 26, S. 382.

Im Gegensatz zu dem Versuch mit Kartoffeln bleibt hier das 38 %ige Düngersalz sowohl in seiner Wirkung auf den Korn- wie Strohertrag hinter den anderen Salzen zurück. Der höchste Ertrag überhaupt wurde mit Carnallit erzielt, gewisse Unregelmässigkeiten in den Erträgen treten auch in diesem Jahr hervor, die zum Teil auf ungleichmässige Schädigung des Roggens durch Schneewasser zurückzuführen sein dürften. Wie im Vorjahr bei Kartoffeln, so wird auch in diesem Jahr bei Roggen durch eine Steigerung der Kalizufuhr über 125 *kg* pro Hektar, wenn überhaupt, nur eine verhältnismässig geringe Erhöhung der Erträge erzielt. Eine Schädigung der Ernte durch die stärkste Kalidüngung scheint nur auf der tief bearbeiteten Fläche eingetreten zu sein; auf der flach bearbeiteten tritt eine solche nicht hervor. Von verschiedenen Parzellengruppen wurden Durchschnittsproben an Korn und Stroh genommen und auf ihren Gehalt an Stickstoff, Kali und Phosphorsäure untersucht. Das Ergebnis ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

In 100 Teilen Trockensubstanz sind enthalten:

		Korn			Stroh	
	Stickstoff %	*Phosphorsäure* %	*Kali* %	*Stickstoff* %	*Phosphorsäure* %	*Kali* %
0 *kg* Kali	1,63	1,05	0,55	0,57	0,41	0,62
125 „ „ Kainit	1,46	1,04	0,63	0,48	0,33	1,07
225 „ „ Kainit	1,48	0,98	0,60	0,40	0,39	1,25
125 „ „ Carnallit	1,47	1,04	0,68	0,46	0,40	1,25
225 „ „ Carnallit	1,47	1,01	0,61	0,44	0,39	1,18
125 „ „ 38 % Düngersalz	1,47	1,04	0,65	0,46	0,41	1,26
225 „ „ 38 % Düngersalz	1,39	0,93	0,60	0,38	0,30	1,04

Durch die Kalidüngung hat auch dann, wenn sie wie bei der geringsten Gabe ausgenutzt worden ist, eine beträchtliche Anreicherung des Strohes, eine geringere des Kornes mit Kali stattgefunden, die durch die stärkeren nicht mehr zur vollen Ausnutzung gelangenden Düngungen in mehreren Fällen noch vermehrt worden ist, in anderen allerdings sinkt. Jedenfalls stehen die Ergebnisse dieses Feldversuches im allgemeinen in Übereinstimmung mit den von Vegetationsversuchen,[1]) bei denen vielfach ebenfalls eine sehr beträchtliche Vermehrung des Kaligehaltes, namentlich im Stroh, festgestellt werden konnte. Der prozentische Gehalt an Stickstoff und Phosphorsäure zeigt, offenbar weil diese beiden Pflanzennährstoffe in grossem Überschuss vorhanden waren, geringere Schwankungen, wenngleich auch hier eine kleine Abnahme des prozentischen Stickstoffgehaltes unter dem Einfluss der Kalizufuhr nicht zu verkennen ist.

Im Jahre 1895/96 wurde die Versuchsfläche wiederum wie im ersten Jahre mit Kartoffeln bepflanzt. Die Düngung war dieselbe wie im Jahre

[1]) Br. Tacke, Über die Wirkung von Kalisalzen auf Moorboden, Heft 20 der Arbeiten der Deutschen Landw. Gesellschaft, S. 31.

1893/94, nur erhielten, wie auch im Vorjahre, die Parzellen mit 38 % Düngersalz das richtige Kaliquantum, 125, 175 und 225 *kg* pro Hektar zugemessen. Es wurde jedoch ein anderes Versehen gemacht. Für die Parzellen, die im Frühjahr die Kalidüngung erhalten sollten, war planmässig im Herbst die Thomasmehldüngung vorgesehen. Irrtümlich wurde auch für diese Parzellen diese bis zum Frühjahr aufgeschoben. In diesem Jahre tritt das auffallende Ergebnis hervor, dass die Frühjahrsdüngung mit Kalisalz selbst in den stärksten Dosen im Vergleich zur Herbstdüngung bei Kainit und Chlorkalium überhaupt keine Depression der Ernte hervorbringt und selbst die stärksten Carnallitdüngungen im Gegensatz zu den Resultaten des ersten Versuchsjahres nur einen geringen Rückgang des Ertrages verursachen. Versuchsfrucht war dieselbe Kartoffelart, rote Junker.

Die Ergebnisse der Untersuchung der geernteten Kartoffeln auf ihren Gehalt an Trockensubstanz, an Stärke in der Trockensubstanz und in den frischen Kartoffeln in dem Zustand, wie sie geerntet wurden, sind in den folgenden Tabellen aufgeführt.

100 Teile der frischen, gereinigten Knollen enthalten an Trockensubstanz:

Düngung		Düngung mit Kalisalz im Frühjahr	Herbst
0 *kg* Kali		20,88 %	20,88 %
125 „ „	Kainit	19,78 „	20,58 „
175 „ „	Kainit	— „	18,29 „
225 „ „	Kainit	18,40 „	20,63 „
125 „ „	Carnallit	19,71 „	20,34 „
175 „ „	Carnallit	— „	— „
225 „ „	Carnallit	14,79 „	18,63 „
125 „ „	38 % Düngersalz	20,81 „	21,50 „
175 „ „	38 % Düngersalz	— „	— „
225 „ „	38 % Düngersalz	18,11 „	19,40 „

100 Teile der frischen Knollen enthielten an Stärke im Zustande der Ernte:

Düngung		Düngung mit Kali im Frühjahr	Herbst
0 *kg* Kali		16,62 %	16,62 %
125 „ „	Kainit	15,62 „	16,47 „
175 „ „	Kainit	— „	14,47 „
225 „ „	Kainit	14,04 „	16,02 „
125 „ „	Carnallit	15,55 „	16,12 „
175 „ „	Carnallit	— „	— „
225 „ „	Carnallit	11,44 „	14,62 „
125 „ „	38 % Düngersalz	16,36 „	17,09 „
175 „ „	38 % Düngersalz	— „	— „
225 „ „	38 % Düngersalz	14,12 „	15,19 „

100 Teile der Trockensubstanz enthalten an Stärke:

Düngung		Düngung mit Kali im Frühjahr	Herbst
0 *kg* Kali		79,63 %	79,63 %
125 „ „	Kainit	78,94 „	80,03 „
175 „ „	Kainit	— „	79,10 „
225 „ „	Kainit	76,29 „	77,71 „
125 „ „	Carnallit	78,86 „	79,26 „
175 „ „	Carnallit	— „	— „
225 „ „	Carnallit	77,36 „	78,47 „
125 „ „	38 % Düngersalz	78,63 „	79,48 „
175 „ „	38 % Düngersalz	— „	— „
225 „ „	38 % Düngersalz	77,96 „	78,21 „

Wie im 1. Versuchsjahr tritt auch hier wieder bei Kalidüngung eine Erniedrigung des Trockensubstanzgehaltes der Knollen ein, ausgenommen die schwächste Düngung mit 38 %igem Düngersalz im Herbst. Die Verminderung des Trockensubstanzgehaltes ist ebenfalls wie im 1. Versuchsjahr bei Frühjahrsdüngung mit Kali durchgehends stärker, als bei Anwendung der Düngersalze im Herbst. Im Durchschnitt ist jedoch die Verminderung des Trockensubstanzgehaltes durch Kalidüngung im Jahre 1896 geringer, als im Jahre 1894. Im Jahre 1894 betrug die durchschnittliche Verminderung des Trockensubstanzgehaltes durch Düngung mit Kali

	im Frühjahr	im Herbst
	3,04 %	2,19 %[1]
im Jahre 1896:	2,28 „	1,24 „ [1]

Der prozentische Stärkegehalt der Trockensubstanz der Kartoffel ist im Jahre 1896 bei Herbstdüngung bis auf einen Fall — schwächste Düngung mit Kainit — gesunken, bei Frühjahrsdüngung in allen Fällen. Hier also tritt keine Übereinstimmung mit den Ergebnissen des Jahres 1894 auf. Was schliesslich den Stärkegehalt der frischen Kartoffel betrifft, so ist mit Ausnahme der schwächsten Düngung mit 38 %igem Düngersalz bei Herbstdüngung eine Erniedrigung des prozentischen Stärkegehaltes eingetreten, genau wie im Jahre 1894, bei Frühjahrsdüngung ohne Ausnahme in allen Fällen, besonders stark bei der stärkeren Düngung mit Carnallit.

Die bei der verschiedenen Düngung pro Hektar geernteten Mengen Stärke sind in der folgenden Tabelle aufgeführt.

Pro Hektar wurden geerntet an Stärke in Kilogramm auf der nicht im Untergrund bearbeiteten Fläche:

Düngung		Düngung mit Kali im Frühjahr	Herbst
0 *kg* Kali		2502	2502
125 „ „	Kainit	3968	3994
175 „ „	Kainit	—	4008
225 „ „	Kainit	3879	4264

[1]) Der Fall, in dem eine Vermehrung des Trockensubstanzgehaltes in beiden Jahren eintrat (125 *kg* Kali als 38 %iges Düngersalz im Herbst) ist nicht berücksichtigt.

Düngung		Düngung mit Kali im Frühjahr	Herbst
125 *kg* Kali	Carnallit	3965	3535
175 „ „	Carnallit	—	—
225 „ „	Carnallit	2804	4001
125 „ „	38 % Düngersalz	4148	4304
175 „ „	38 % Düngersalz	—	3966
225 „ „	38 % Düngersalz	3672	—

Im Gegensatz zu dem Ergebnis des Jahres 1894 ist hiernach selbst bei Düngung mit Kali im Frühjahr der absolute Ertrag an Stärke ausnahmslos erhöht worden, selbst bei Kainit und Carnallit, von denen der erstgenannte bei stärkerer Düngung, der zweite auch schon in geringerer Menge den Ertrag an Stärke unter den der nicht mit Kali gedüngten Parzellen im Jahre 1894 erniedrigt hatte. Das 38 %ige Düngersalz zeigte im Jahre 1894 bei Frühjahrsdüngung eine im Vergleich zu den anderen Kalisalzen erheblich bessere Wirkung, als im Jahre 1896. Bei der Herbstdüngung mit Kali äusserte sich die Wirkung der verschiedenen Kalisalze auf den Gesamtertrag an Stärke in ähnlicher Weise wie im Jahre 1894.

Auf welche Ursachen die Unterschiede zwischen der Wirkung der Kalidüngung im Jahre 1894 und 1896 bei Kartoffeln derselben Sorte, was den Stärkegehalt der Trockensubstanz betrifft, zurückzuführen sind, ist nicht zu ermitteln. Das auffälligste Ergebnis ist, dass die Frühjahrsdüngung mit Kali in verschiedener Form im Jahre 1896 auf den Gehalt der frischen Knollen an Trockensubstanz und an Stärke in ähnlicher Weise einwirkte, wie im Jahre 1894, dass jedoch die unheilvolle Wirkung der Frühjahrsdüngung mit Kainit und Carnallit auf den Ertrag an Knollen und den Gesamtertrag an Stärke, wie sie im Jahre 1894 beobachtet wurde, im Jahre 1896 ausblieb und nur bei den stärksten Carnallitdüngungen eine geringe Depression des Ertrages gegenüber den anderen Düngersalzen, nicht wie 1894 gegenüber den nicht mit Kali gedüngten Parzellen, eingetreten zu sein scheint. Auch die besonders günstige Wirkung des 38 %igen Düngersalzes auf den Gesamtertrag, wie sie im Jahre 1894 beobachtet wurde, tritt im Jahre 1896 nicht auf. Die Ernte ist im Jahre 1896 durchgehends sehr viel höher, als im Jahre 1894. Es wäre ja denkbar, dass dadurch, dass eine sehr viel grössere Pflanzenmasse im Jahre 1896 das in der Düngung gebotene Kali verwertet hat, die Verdünnung der Kalisalzlösungen in den Pflanzensäften eine entsprechend grössere gewesen und dadurch die Schäden verhütet worden sind, die bei geringerer Pflanzenproduktion sich bemerkbar gemacht haben. Vielleicht hat auch der Umstand, dass im Jahre 1894 die Kartoffeln als 1. Frucht auf dem eben urbar gemachten Boden gebaut wurden, während sie im Jahre 1896 als 3. Frucht den schon besser zersetzten und stärker entsäuerten Boden besetzten, die Qualität der Ernte beeinflusst. Die Möglichkeit, dass vielleicht die schädliche Wirkung der Frühjahrsdüngung mit den Kalirohsalzen

durch die gleichzeitige, planmässig nicht beabsichtigte Düngung mit Thomasmehl im Jahre 1896 verringert worden sei, liegt nicht ausserhalb des Bereiches der Möglichkeit, wenn dafür auch noch der Beweis geliefert werden muss. Die gleichzeitige Beigabe von Kalk und Thomasmehl zu Kalirohsalzen scheint wenigstens die schädliche Wirkung der Anwendung derselben im Frühjahr zu verringern. Bei Vegetationsversuchen auf völlig rohem Hochmoorboden in Gefässen, bei denen die Wirkung von Kainit mit der von 38 %igem Düngersalz verglichen werden sollte, trat nicht entfernt die starke Depression weder des Ertrages noch des Trockensubstanzgehaltes der frischen Masse oder des prozentischen Stärkegehaltes derselben ein. Die Kalidüngung wurde gleichzeitig mit dem Kalk und Thomasmehl dem Boden zugeführt. Es möge zunächst die Beschreibung des im Jahre 1896 ausgeführten Vegetationsversuches folgen:

Die Versuche gelangten in neuen, besonders für Vegetationsversuche mit Hochmoorboden konstruierten und weiter unten näher beschriebenen Steingutgefässen zur Ausführung. Zu den Versuchen diente Hochmoorboden von bisher unkultiviertem Land von durchschnittlicher Zusammensetzung. Die Grunddüngung aller Gefässe bestand in 20 *g* gebranntem Kalk, entsprechend rund 4000 *kg* Kalk (CaO) pro Hektar, 1,5 *g* Phosphorsäure in Form von Thomasmehl, 300 *kg* Phosphorsäure pro Hektar entsprechend und 0,7 *g* Stickstoff in Form von salpetersaurem Natron, der in 3 Portionen von 0,2 *g* am 16. Mai, 0,3 *g* am 5. Juni und 0,2 *g* am 15. Juli 1896 in Lösung gegeben wurde. Die Chilisalpeterdüngung entspricht rund 140 *kg* Stickstoff pro Hektar. Die Gefässe wurden am 15. Mai 1896 mit je 2 Kartoffeln von 3 *cm* Durchmesser bepflanzt. Der Dünger war am 29. April 1896 in die Oberflächenschicht gebracht worden. Die Kartoffeln zeigten eine ziemlich gute Entwicklung und wurden, nachdem das Laub völlig abgestorben, am 26. September 1896 geerntet.

Die Differenzdüngung mit Kali war nach folgendem Plan geschehen:

No. 601, 602	0 *g* Kali,		
„ 603, 604	1,905 „	Kainit entprechend	50 *kg* Kali pro *ha.*
„ 605, 606	3,810 „	„ „	100 „ „ „ „
„ 607, 608	5,715 „	„ „	150 „ „ „ „
„ 609, 610	7,620 „	„ „	200 „ „ „ „
„ 611, 612	0,646 „	38 % Düngersalz (Chlorkalium) entsprechend	50 „ „ „ „
„ 613, 614	1,292 „	„ „ „ „	100 „ „ „ „
„ 615, 616	1,938 „	„ „ „ „	150 „ „ „ „
„ 617, 618, 619	2,584 „	„ „ „ „	200 „ „ „ „

Der Kainit enthielt 13,12 % Kali (K_2O), das 38 %ige Düngersalz 38,75 % Kali. Die Kalidüngung entsprach gleichmässig bei Kainit und 38 %igem Düngersalz 0,25, 0,50, 0,75 und 1,00 *g* Kali pro Gefäss. Das Ergebnis der Ernteermittlung und der sich daranschliessenden Untersuchungen ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die Ernte der gleichmässig gedüngten Gefässe wurde für die weitere Untersuchung vereinigt.

No.	Düngung mit Kali	Anzahl der geernteten Knollen	Gewicht der Ernte pro Gefäss frisch g	Gewicht der Ernte pro Gefäss trocken g	Proz. Trockensubstanzgehalt der frischen Knollen	Gewicht der Ernte der 2 zusammengehörigen Gefässe frisch g	Gewicht der Ernte der 2 zusammengehörigen Gefässe trocken g	Durchschnittlicher Gehalt der frischen Knollen an Trockensubstanz	Gehalt der *Trockensubstanz* an Stärke %	Gehalt der *frischen* Knollen an Stärke %	Gesamternte an Stärke für 2 Gefässe g
601	0 Kali	51	154,2	38,34	24,86	317,0	78,44	24,74	79,72	19,72	62,53
602		33	162,8	40,10	24,63						
603	0,25 *g* Kali in Kainit	29	176,0	43,17	24,52	364,6	87,14	23,91	81,34	19,45	70,88
604		42	188,6	43,97	23,31						
605	0,50 *g* Kali in Kainit	26	211,4	48,57	22,97	433,7	100,31	23,12	79,94	18,48	80,19
606		36	222,3	51,74	23,27						
607	0,75 *g* Kali in Kainit	35	227,1	53,68	23,63	463,7	108,31	23,36	80,78	18,87	87,49
608		45	236,6	54,63	23,09						
609	1,00 *g* Kali in Kainit	41	248,0	56,13	22,63	518,2	117,47	22,66	80,29	18,19	94,32
610		42	270,2	61,34	22,70						
611	0,25 *g* Kali in 38 % Düngersalz	28	202,7	47,01	23,19	388,4	89,48	23,03	79,94	18,41	71,53
612		57	185,7	42,47	22,87						
613	0,50 *g* Kali in 38 % Düngersalz	47	223,6	54,67	24,45	435,1	106,47	24,47	80,89	19,79	86,12
614		49	211,5	51,80	24,49						
615	0,75 *g* Kali in 38 % Düngersalz	47	256,6	63,59	24,78	497,5	124,59	25,50	81,85	20,87	101,98
616		34	240,9	61,00	25,32						
617	1,00 *g* Kali in 38 % Düngersalz	35	266,0	64,92	24,41	525,2[1]	127,02	24,18	81,42	19,69	103,42
618		59	263,9	63,33	24,00						
619		46	258,0	62,29	24,14						

Die zur Saat benutzten Kartoffeln hatten einen Trockensubstanzgehalt von 20,40 %, einen Stärkegehalt in der Trockensubstanz von 75,41 %, in der frischen Masse von 15,38 %.

Wie bei der Kalidüngung im Frühjahr in den Feldversuchen des Jahres 1894 und 1896 tritt bei Kainit im vorstehenden Vegetationsversuch eine Erniedrigung des Trockensubstanzgehaltes der Ernte und damit eine solche des prozentischen Gehaltes der frischen Substanz an Stärke ein, trotzdem der Stärkegehalt der Trockensubstanz durch Kalidüngung in allen Fällen erhöht ist. Bei Düngung mit 38 %igem Düngersalz, das bei den Feldversuchen, im Frühjahr angewendet, im Durchschnitt eine geringere Depression des Trockensubstanzgehaltes der frischen Masse sowie des prozentischen Stärkegehaltes der frischen Masse hervorrief — die Wirkung des 38 %igen Düngersalzes äussert sich auf den prozentischen Gehalt der Trockensubstanz an Stärke bei den Feldversuchen der beiden Jahre in entgegengesetzter Richtung —, hat im Vegetationsversuch durchschnittlich ebenfalls eine geringere Verminderung des prozentischen Trockensubstanzgehaltes und des prozentischen Stärkegehaltes der frischen Masse verursacht,

[1]) Auf 2 Gefässe umgerechnet.

als der Kainit. Die Zahlen für den Ertrag bei schwächster Düngung mit 38 $^0/_0$igem Düngersalz sind wahrscheinlich zu klein und durch einen nicht zu ermittelnden Fehler beeinflusst (s. u.). Im *Durchschnitt* stellen sich bei Kalidüngung in dem Vegetationsversuch die Zahlen wie folgt:

	Prozent. Trockensubstanzgehalt der frischen Masse	Prozent. Stärkegehalt der frischen Masse
Ohne Kali	24,74	19,72
Bei Kainitdüngung	23,26	18,75
Bei Düngung mit 38 $^0/_0$igem Düngersalz	24,29	19,69

Bei dem vorstehenden Vegetationsversuche ist jedenfalls der Rückgang sowohl des Gehaltes der frischen Knollen an Trockensubstanz und an Stärke verhältnismässig sehr gering, obwohl die Kalidüngung kurz vor der Saat gegeben wurde. Eine Verminderung des Gesamtertrages an Erntemasse tritt überhaupt nicht ein, in Übereinstimmung mit dem Feldversuch von 1896. Im Gegenteil, die vorstehende Tabelle zeigt, dass durch Kalidüngung bis zu einer gewissen Grenze trotz der Verabreichung im Frühjahr der Ertrag an Stärke und an Trockensubstanz ziemlich regelmässig wächst, sehr im Gegensatz zu den Ergebnissen des Feldversuches im Jahre 1894. Die Wirkung der steigenden Kalimengen tritt ziemlich regelmässig hervor, sowohl in dem Ertrag an Trockensubstanz als an Stärke, wie aus folgender Tabelle sich ergiebt, in der der Ertrag ohne Kalidüngung in jedem Fall = 100 gesetzt ist.

Düngung		Ertrag ohne Kalidüngung = 100 Stärke	Differenz	Trockensubstanz	Differenz
0 *g* Kali		100	—	100	—
0,25 „ „	Kainit	113	13	111	11
2 × 0,25 „ „	Kainit	128	15	128	17
3 × 0,25 „ „	Kainit	140	12	138	10
4 × 0,25 „ „	Kainit	151	11	150	11
0,25 „ „	38 $^0/_0$ Düngersalz	114	14	114	14
2 × 0,25 „ „	38 $^0/_0$ Düngersalz	138	24	136	22
3 × 0,25 „ „	38 $^0/_0$ Düngersalz	163	25	159	23
4 × 0,25 „ „	38 $^0/_0$ Düngersalz	165	2	162	3

Die stärkste Gabe 38 $^0/_0$igen Düngersalzes ist mithin nicht mehr zur vollen Ausnutzung gelangt, mit der zweitstärksten wurde bereits ein höherer Ertrag erzielt, als mit der stärksten Kainitdüngung. Auf die auffallende Erscheinung der verhältnismässig ungünstigen Wirkung der geringsten Düngung mit 38 $^0/_0$igem Düngersalz ist oben schon hingewiesen worden. Jedenfalls tritt die schädigende Wirkung der Frühjahrsdüngung mit Kainit in dem Versuch nicht entfernt wie im Jahre 1894 bei dem Feldversuch hervor.

Als weitere Beweise dafür, dass bei Versuchen im freien Felde die Frühjahrsdüngung mit Kalisalzen ähnlich wie im Jahre 1896 verhältnismässig wenig schädlich sich äussert, wenn gleichzeitig Mergel und Thomasmehl gegeben werden, können mehrere Versuche mit Kartoffeln dienen, die

im Jahre 1897 auf Antrag des Syndikates der Kaliwerke und mit finanzieller Unterstützung desselben ausgeführt worden sind, von denen einer auszugsweise hier in seinen Ergebnissen mitgeteilt werden soll. [1]) Zu dem Versuch diente neu kultiviertes Hochmoorackerland in der Kolonie Stellenfelde im Hellweger Moor, das einmal vorher zu Buchweizenbau gebrannt war. Kalisalz, Thomasmehl und Mergel, 4000 *kg* Kalk pro Hektar entsprechend, wurden erst im März 1897 ausgestreut (9. und 10. März). Die Grunddüngung bestand in 150 *kg* Phosphorsäure pro Hektar und 52,5 *kg* Stickstoff in Form von Chilisalpeter, der in 2 Teilen am 28. März und am 28. Juni gestreut wurde. Die Einsaat erfolgte am 10. und 11. Mai, die Ernte am 28.—30. September. Die Differenzdüngung in Form vier verschiedener Kalisalze ergiebt sich aus der nachstehenden Tabelle, in der das Resultat des Versuches zusammengestellt ist.

Differenzdüngung mit Kali pro *ha* *kg*	Form des Kalisalzes	Ertrag an frischen Knollen pro *ha* *kg*	Gehalt der frischen Knollen an Trockensubstanz %	Gehalt der Trockensubstanz an Stärke %	Gehalt der frischen Knollen an Stärke %	Gesamternte an Stärke pro *ha* *kg*
0 *kg* Kali		15 905	19,81	80,52	15,95	2537
75 „ „	Kainit	18 047	23,13	80,11	18,53	3344
125 „ „	Kainit	19 525	19,96	78,64	15,70	3065
175 „ „	Kainit	19 515	20,37	77,17	15,72	3068
75 „ „	Carnallit	16 359	21,21	78,40	16,63	2720
125 „ „	Carnallit	16 511	19,59	77,55	15,19	2508
175 „ „	Carnallit	17 505	18,41	76,64	14,11	2470
75 „ „	Hartsalz	17 396	22,11	79,43	17,56	3055
125 „ „	Hartsalz	19 334	20,16	79,07	15,94	3082
175 „ „	Hartsalz	20 105	21,02	77,36	16,26	3269
75 „ „	38 % Düngersalz	16 930	23,72	80,64	19,13	3239
125 „ „	38 % Düngersalz	19 180	21,64	78,00	16,88	3238
175 „ „	38 % Düngersalz	21 005	21,84	78,00	17,01	3573

Der Kaligehalt der zu dem Versuch benutzten Kalisalze war folgender:

Kainit 14,78 % Kali (K_2O)
Carnallit 10,33 „ „
Hartsalz 16,19 „ „
38 % Düngersalz . . 39,72 „ „

In Übereinstimmung mit dem Versuch vom Jahre 1896 tritt auch bei vorstehendem Feldversuche eine ungünstige Wirkung der Frühjahrsdüngung mit Kalisalz auf den Gesamtertrag an Knollen und an Stärke nicht entfernt in der Stärke hervor, wie bei dem Feldversuch im Jahre 1894. Die Wirkung der Kalidüngung überhaupt ist sehr viel geringer als im Jahre 1896, wo

[1]) Die ausführliche Veröffentlichung der Versuchsergebnisse wird erst nach Abschluss der Versuche erfolgen.

eine sehr beträchtliche Steigerung des Ernteertrages durch Kalidüngung eintrat, ein Umstand, der aus den schon dargelegten Gründen für die Erklärung des Ergebnisses von vornherein nicht ohne Bedeutung schien. Der prozentische Stärkegehalt der Trockensubstanz zeigt allerdings ein fast regelmässiges Sinken mit steigender Kalidüngung, der prozentische Trockensubstanzgehalt der frischen Knollen schwankt, jedoch scheint Hartsalz wie 38 $^0/_0$iges Düngersalz auf denselben günstig eingewirkt zu haben.

Nach den mitgeteilten Versuchsergebnissen gewinnt es den Anschein, als ob die schädlichen Wirkungen der Kalidüngung im Frühjahr in Form von Rohsalzen durch gleichzeitige Düngung mit basisch wirkenden Stoffen (Mergel, Kalk) vermindert werden können. Ad. Mayer[1]) hat bekanntlich den Satz aufgestellt, dass die *„physiologisch sauren Salze“*, d. h. diejenigen, deren basischer Bestandteil schneller von der Pflanze aufgenommen wird, als der saure, schädigend auf die Vegetation wirken können. Die Hauptbestandteile der Kalisalze, Chlorkalium, Kaliumsulfat, Chlormagnesium, gehören hierher. Von diesem Standpunkt aus würde die günstige Wirkung einer gleichzeitigen Düngung mit einem basisch wirkenden Stoff, Kalk oder Mergel, begreiflich erscheinen.[2]) Die diesbezüglichen Versuche Mayers mit Kartoffeln selbst haben allerdings kein positives Ergebnis geliefert. Bis zu einem gewissen Grade kann auch die Thomasschlacke basisch wirken und dadurch die günstige Wirkung einer gleichzeitigen Düngung mit Thomasmehl bei Düngung mit Kalisalzen im Frühjahr vielleicht erklärt werden. Die Thomasschlacke enthält ja einmal, wenn auch nur geringere Mengen von Kalk in Form von Ätzkalk und kohlensaurem Kalk. Mag nun ferner die Hauptmenge des Kalkes als basisches Kalkphosphat oder nach neueren Anschauungen als Doppelsalz von Kalkphosphat und Kalksilikat vorhanden sein, auch in dem letztgenannten Fall ist ein Teil des Kalkes in leicht zersetzlicher und auch in diesem Sinne in basisch wirkender Form vorhanden, da das Silikat bekanntlich schon durch schwache Säuren unter Freiwerden von kolloidaler, sehr wenig reaktionsfähiger Kieselsäure zersetzt wird. Weitere Versuche, die zum Teil schon in Gang gesetzt sind, werden über diese Beobachtungen hoffentlich Aufklärung bringen.

Was die Ergebnisse des Feldversuches im letzten Jahr bei Hafer betrifft, so tritt die Wirkung der Kalidüngung als solcher sehr deutlich im Korn- wie Strohertrag hervor. Der besseren Übersicht wegen sind, wie für die vorhergehenden Versuchsjahre, die Erträge bei verschiedener Düngung berechnet worden, indem der Höchstertrag auf jeder der beiden Flächen gleich 100 gesetzt worden ist.

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 26, S. 77.

[2]) Lehmann und nach ihm andere haben einen solchen Zusatz empfohlen; siehe die Arbeit von A. Mayer, Landw. Versuchs-Stationen Bd. 26, S. 77.

Düngung	Im Untergrund bearbeitete Fläche				Nicht im Untergrund bearbeitete Fläche			
	Frühjahr		Herbst		Frühjahr		Herbst	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
0 *kg* Kali	73	76	73	76	64	75	64	75
125 „ „ Kainit	86	78	84	81	82	90	79	82
175 „ „ Kainit	86	78	88	88	100	95	84	87
225 „ „ Kainit	—	—	77	91	97	99	89	90
125 „ „ Carnallit	86	80	89	83	90	89	87	89
175 „ „ Carnallit	88	81	100	94	83	85	94	87
225 „ „ Carnallit	—	—	86	96	82	91	94	93
125 „ „ 38 °/₀ Düngersalz	72	72	82	87	84	92	81	89
175 „ „ 38 °/₀ Düngersalz	—	—	88	100	91	100	87	96
225 „ „ 38 °/₀ Düngersalz	—	—	80	88	55	91	70	94.

Das 38 $^{0}/_{0}$ige Düngersalz hat, was den Körnerertrag betrifft, im Jahre 1896/97 mithin keinen Vorzug vor den übrigen Kalisalzen, der höchste Ertrag an Korn ist auf der im Untergrund bearbeiteten Fläche durch Carnallit bei Herbstdüngung, auf der nicht im Untergrund bearbeiteten durch Kainit erzielt worden. Bei den stärksten Düngungen mit 38 $^{0}/_{0}$igem Düngersalz ist merkwürdigerweise ein deutlicher Rückgang des Kornertrages zu beobachten. Verhältnismässig günstig hat die Herbstdüngung mit Carnallit gewirkt, ein deutlicher Unterschied zwischen der Frühjahrs- und Herbstdüngung mit Kali tritt nicht hervor.

Das Hauptergebnis der vorstehenden Versuche kann wie folgt zusammengefasst werden:

1. *Das 38 $^{0}/_{0}$ige Düngersalz, das das Kali in Form des Chlorkaliums enthält, kann als ein für die Düngung von Kartoffeln besonders geeignetes Kalisalz bezeichnet werden, dessen Anwendung trotz des hohen Preises im Vergleich zu anderen Kalisalzen noch rentabel sein kann. Für Halmfrucht kann ihm kein Vorzug vor den anderen Salzen zuerkannt werden.*

2. *Die Anwendung des 38 $^{0}/_{0}$igen Düngersalzes im Frühjahr in Mengen bis zu ca. 200 kg Kali pro Hektar beeinflusst die Quantität und Qualität der Kartoffelerträge in so geringem Grade ungünstig, dass die Düngung mit solchem zu Kartoffeln im Frühjahr unbedenklich erscheint.*

3. *Carnallit und Kainit schädigen bei Verwendung grösserer Mengen (bis zu 225 kg Kali pro Hektar) im Frühjahr in hohem Grade den Ertrag an Knollen und den Gehalt derselben an Stärke.*

4. *Die Depression des Stärkegehaltes der frischen Knollen durch Kalidüngung beruht nicht unter allen Umständen auf einer Verminderung des prozentischen Stärkegehaltes der Trockensubstanz, sondern vielfach auf einer Anreicherung der Kartoffelknollen mit Wasser. Bisweilen sind allerdings beide Einflüsse der Kalidüngung gleichzeitig zu beobachten.*

5. *Die ungünstigen Einwirkungen der Frühjahrsdüngung mit Kalisalz bei Kartoffeln scheinen durch die Gegenwart basisch wirkender Stoffe (Kalk, Thomasmehl) verringert zu werden.*

Die Ergebnisse vorstehender Untersuchung stimmmen betreffs des Chlorkaliums gut mit den von anderen Autoren für mineralische Böden gewonnenen Ergebnissen überein.[1])

II. Anbauversuche mit Kartoffeln, Hafer und Roggen auf Hochmoorboden.

1. Versuche mit ununterbrochenem Anbau von Kartoffeln auf Hochmoorboden.

Auf zwei Hochmoorflächen im Hellweger Moor, von denen die eine vor langen Jahren zu Buchweizenbau gebrannt worden war, dann gelegen und sich mit einer Heidenarbe bedeckt hatte, die andere kurz vorher zu Brandfruchtbau genutzt worden war, wurden seit 1888 und 1889 ohne Unterbrechung Kartoffeln in Kunstdünger angebaut, um zu ermitteln, inwieweit ein ununterbrochener Kartoffelbau auf Hochmoor durchführbar sei. Im Jahre 1892/93 wurde auf beiden Flächen der Versuch gemacht, ob die von Jahr zu Jahr sinkenden Erträge durch Zufuhr von Stalldünger wieder gehoben werden könnten und zu dem Zweck auf beiden Flächen an Stelle des Kunstdüngers eine ziemlich starke Stalldüngung gegeben, in den darauf folgenden Jahren jedoch wieder mit künstlichen Düngermitteln gedüngt.

1. **Versuch No. 1.**
2. Bodenform B.
3. Vorsteher Gellner in Giersdorf, Hellweger Moor.
4. Im Jahre 1889 in Kultur genommen, seitdem gleichmässig mit Kainit, Thomasmehl und Chilisalpeter gedüngt und mit Kartoffeln bestellt.
5. 6 *a*.
6. Mehrjähriger Kartoffelbau auf Hochmoorboden auf demselben Acker.
7. b) Gekalkt 1889 mit 3000 *kg* Kalk pro Hektar.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. 175 *kg* Kali als Kainit, 125 *kg* Phosphorsäure als Thomasmehl, 60 *kg* Stickstoff als Chilisalpeter. Kainit und Thomasmehl wurden im Herbst gestreut (29. Oktober 1891), Chilisalpeter auf Parzellen 2, 4, 6 am 12. Mai, auf Parzellen 1, 3, 5 zur Hälfte am 12. Mai, zur Hälfte am 11. Juni.
10. Kartoffeln.
11. a) Kartoffeln. b) 5. Mai 1892. c) 917 *kg* pro Hektar. e) 11. Oktober 1892.
12. Nach der Kartoffelernte wurde das Feld geeggt, Mitte Oktober tief gepflügt.

14.

Chilisalpeter in einer Gabe verabfolgt:

Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen pro *ha*	Mittlerer Ertrag pro *ha* in *kg*
2, 4, 6	6300, 6025, 7875	6467

[1]) Pfeiffer, Franke, Lemmermann und Schillbach, Landw. Vers.-Stat. 1897, S. 351. — Maercker, Jahrbuch der agrikulturchemischen Vers.-Stat. Halle II 1896, S. 87.

Chilisalpeter in zwei Gaben verabfolgt:

Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen pro *ha*	Mittlerer Ertrag pro *ha* in *kg*
1, 3, 5	6690, 5920, 6790	6733

8. *Versuchsjahr 1892/93.*
9. 55000 *kg* Stalldünger, aufgebracht am 15. April 1893.
10. Kartoffeln.
11. a) Kartoffeln. b) 9. Mai 1893. c) 1200 *kg*. e) 4. Oktober 1893.
12. Wie im Vorjahr.
14.

Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen pro *ha*	Mittlerer Ertrag pro *ha* in *kg*
1, 2, 3, 4, 5, 6	17530, 16480, 15870, 23425, 17430, 16170	17818

8. *Versuchsjahr 1893/94.*
9. 150 *kg* Kali als Kainit, 100 *kg* Phosphorsäure als Thomasmehl, 60 *kg* Stickstoff als Chilisalpeter. Kainit und Thomasmehl wurden im Herbst aufgebracht.
10. Kartoffeln.
11. a) Kartoffeln. b) 2. Mai 1893. c) 1500 *kg*.
12. Wie im Vorjahr.
13. Juni 1894: Die Kartoffeln sind gleichmässig aufgegangen. Es hat sich ziemlich viel Unkraut eingestellt.
14.

Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen pro *ha*	Mittlerer Ertrag pro *ha* in *kg*
1, 2, 3, 4, 5, 6	12500, 12680, 12890, 13850, 12820, 13230	12995

8. *Versuchsjahr 1894/95.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, ausgestreut am 29. November 1894, 30 *kg* Stickstoff am 4. Mai 1895.
11. a) Kartoffeln. b) 4. und 8. Mai 1895. c) 790 *kg* pro Hektar.
12. Wie im Vorjahr.
13. 4. Mai: Stand der Kartoffeln gut.
14.

Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen pro *ha*	Mittlerer Ertrag pro *ha* in *kg*
1, 2, 3, 4, 5, 6	16600, 16000, 17050, 16900, 17500, 18100	17025

8. *Versuchsjahr 1895/96.*
9. Wie im Vorjahr, nur statt 30 *kg* Stickstoff 60 *kg*, in 3 Dosen ausgestreut.
11. a) Kartoffeln. c) 843 *kg* pro Hektar. e) 8. Oktober 1896.
12. Wie im Vorjahr.
13. 27. Juni: Die Kartoffeln zeigen im Kraut guten Stand.
14.

Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen pro *ha*	Mittlerer Ertrag pro *ha* in *kg*
1, 2, 3, 4, 5, 6	17850, 18430, 20595, 19775, 21765, 21650	20011

1. **Versuch No. 2.**
2. Bodenform D.
3. Vorsteher Gellner in Giersdorf, Hellweger Moor.
4. Im Jahre 1888 in Kultur genommen, seitdem gleichmässig mit Kainit, Thomasmehl und Chilisalpeter gedüngt und mit Kartoffeln bebaut.
5. 6 *a*.
6. Wie bei Versuch No. 1.
7. b) Gekalkt mit 4000 *kg* gebranntem Kalk 1888.

8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. 175 *kg* Kali als Kainit, 125 *kg* Phosphorsäure als Thomasmehl, 60 *kg* Stickstoff als Chilisalpeter. Kainit und Thomasmehl wurden im Oktober ausgestreut, Chilisalpeter auf den Parzellen 2, 4, 6, die ganze Gabe am 12. Mai, auf Parzellen 1, 3, 5 an demselben Tage die halbe Gabe, die andere Hälfte am 11. Juni.
10. Kartoffeln.
11. a) Kartoffeln. b) 5. Mai 1892. c) 917 *kg*. e) 11. Oktober 1892.
12. Nach der Kartoffelernte im Herbst geeggt, danach tief gepflügt; der Kunstdünger wurde im Herbst auf die rauhe Furche gestreut.
14.

Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen pro *ha*	Mittlerer Ertrag pro *ha* in *kg*
	Chilisalpeter in einer Gabe verabfolgt:	
2, 4, 6	4400, 5180, 4840	4497
	Chilisalpeter in zwei Gaben verabfolgt:	
1, 3, 5	4680, 4550, 4260	4807

8. *Versuchsjahr 1892/93.*
9. Am 14. April 1893 pro Hektar 55000 *kg* Stalldünger.
10. Kartoffeln.
11. a) Kartoffeln. b) 9. Mai 1893. c) 1200 *kg* pro Hektar. e) 4. Oktober 1893.
14.

Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen pro *ha*	Mittlerer Ertrag pro *ha* in *kg*
1, 2, 3, 4, 5, 6	9450, 11250, 9855, 9320, 10200, 9825	9956

8. *Versuchsjahr 1893/94.*
9. 150 *kg* Kali als Kainit, 100 *kg* Phosphorsäure als Thomasmehl, 60 *kg* Stickstoff als Chilisalpeter.
10. Kartoffeln in Stalldünger.
11. a) Kartoffeln. b) 2. Mai 1893. c) 1500 *kg*. e) 30. Oktober 1894.
12. Wie in den Vorjahren.
13. Juni: Die Kartoffeln sind gut aufgegangen, haben jedoch nur eine mässig gute Farbe.
14.

Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen pro *ha*	Mittlerer Ertrag pro *ha* in *kg*
1, 2, 3, 4, 5, 6	9590, 9400, 6700, 6800, 7300, 9160	8158

8. *Versuchsjahr 1894/95.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, ausgestreut am 29. November 1894, 30 *kg* Stickstoff, ausgestreut am 8. Mai 1895.
10. Kartoffeln in Kunstdünger.
11. a) Kartoffeln. b) 8. Mai 1895. c) 790 *kg* pro Hektar. e) 14. September 1895.
12. Wie im Vorjahr.
14.

Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen pro *ha*	Mittlerer Ertrag pro *ha* in *kg*
1, 2, 3, 4, 5, 6	8700, 8750, 7400, 7000, 9100, 12800	8958

8. *Versuchsjahr 1895/96.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff in 3 Gaben im Frühjahr.
10. Kartoffeln in Kunstdünger.
11. a) Kartoffeln. c) 843 *kg*. e) 8. Oktober 1896.
13. b) Das Versuchsfeld war Ende April noch so nass, dass kaum gepflügt werden konnte.
14.

Parzelle	Ertrag in *kg* an Knollen pro *ha*	Mittlerer Ertrag pro *ha* in *kg*
1, 2, 3, 4, 5, 6	18600, 11525, 10435, 10435, 10655, 12705	12393

Zur besseren Übersicht sind die Erträge in den einzelnen Jahren pro Hektar hierunter zusammengestellt:

Jahr	Düngung	Versuch 1: Heideland	Versuch 2: Gebranntes Land
1892	Kunstdünger	6600 *kg*	4652 *kg*
1893	Stalldünger	17818 „	9956 „
1894	Kunstdünger	12995 „	8158 „
1895	„	17025 „	8958 „
1896	„	20011 „	12393 „
Die Erträge im 1. Versuchsjahr betrugen		15508 „	10600 „

Das auffallendste Ergebnis ist die ausserordentlich günstige Wirkung der einmaligen Zufuhr von Stalldünger, durch die der auf beiden Flächen stark gesunkene Ertrag an Kartoffeln eine ausserordentliche Steigerung erfuhr. Diese günstige Wirkung der Stallmistdüngung erstreckte sich auch noch auf die folgenden Jahre, in denen wieder nur Kunstdünger gegeben wurde. Leider sind im Jahre 1893 alle Parzellen beider Flächen mit Stalldünger gedüngt worden. Es wäre eigentlich nötig und besonders lehrreich gewesen, wenn einige Parzellen auch im Jahre 1893 und in den folgenden Kunstdünger erhalten hätten. Wir werden jedoch trotzdem die Ertragssteigerung seit 1893, namentlich mit Rücksicht auf den starken Rückgang der Erträge gegenüber dem ersten Jahre, auf die Wirkung des Stalldüngers zurückführen dürfen. Da auf den stark mit allen nötigen Nährstoffen alljährlich gedüngten Feldern die Wirkung des Stalldüngers nicht in einer stärkeren Nährstoffzufuhr begründet sein kann, die einmalige

Zufuhr von Stalldünger auch keine ins Gewicht fallende Verstärkung der Kulturschicht verursacht — man könnte daran denken, dass dieselbe, was nicht näher festgestellt worden ist, besonders flach geworden wäre —, so muss die Stalldüngerwirkung als eine specifisch günstige Beeinflussung der Wachstumsbedingungen angesehen werden. Es liegt nahe, an eine fermentative Wirkung des Stalldüngers, durch die die Zersetzungsvorgänge im Boden gesteigert und die Bodengahre befördert worden ist, zu denken, um so mehr, weil es nicht ausgeschlossen ist, dass durch die alljährlich sich wiederholenden starken Kainitdüngungen die Zersetzungsprozesse im Boden geschwächt worden sind, ein Vorgang, der möglicherweise auf das Gedeihen der Kartoffel besonders ungünstig wirkt. Es wird die Aufgabe weiterer, unter besonderen Vorsichtsmassregeln auf dem neuen Versuchsfelde im Maibuscher Moor anzustellender Versuche sein, diese Anschauung auf ihre Richtigkeit zu prüfen. Dadurch wird sich ferner ein wertvoller Beitrag für die Erklärung der Stalldüngerwirkung überhaupt gewinnen lassen.

Von besonderem Interesse ist bei vorstehenden Versuchen die Erscheinung, dass auf dem kurz vorher durch Brandkultur genutzten Boden trotz gleich starker Düngung die Erträge von vornherein niedriger sind und dauernd niedriger bleiben, als auf dem aus Heide kultivierten Versuchsfelde. Diese häufig wiederkehrende Erscheinung, auf die ich noch bei Besprechung anderer Versuchsreihen zurückkommen werde, liefert einen sehr deutlichen Beweis für die Schädigung, die der Hochmoorboden durch den Brandfruchtbau erleidet.

Die im Jahre 1891/92 angestellten Versuche über den Einfluss der verschiedenen Dosierung gleicher Chilisalpetermengen scheinen darzuthun, dass eine Teilung derselben bei Kartoffeln vor dem Aufbringen der ganzen Menge in einem Male einen Vorzug hat. Die Unterschiede sind jedoch nicht so gross, namentlich wenn man die Differenzen in den Erträgen der Kontrollparzellen berücksichtigt, um diese Annahme über jeden Zweifel zu erheben.[1])

2. Anbauversuche mit verschiedenen Hafersorten.

In den nordwestdeutschen Mooren wird vorwiegend ein schwarzbraun-weisser Hafer, sogen. schwarzbunter Moorhafer angebaut, der dort seit langen Jahren akklimatisiert ist und gewisse, offenbar für den Hochmoorboden wertvolle Eigenschaften besitzt, so z. B. eine grosse Anspruchslosigkeit und schnelle Entwicklung. Dem stehen gewisse Eigenschaften gegenüber, die seinen Wert beeinträchtigen, so die starke Neigung zum Lagern und zum Ausfallen. Die Verwertung wird vielfach durch das Vorurteil, das man gegen nicht weissen Hafer hegt, beeinträchtigt.[2]) Es wurden

[1]) Auf dem neuen Versuchsfelde im Maibuscher Moor sind umfangreiche Versuche dieser Art bei verschiedenen Früchten eingeleitet.

[2]) Nach den Untersuchungen des Botanikers der Moor-Versuchs-Station Dr. Weber ist der Moorhafer keine einheitliche Art, ‚sondern ein Gemisch von wenigstens vier verschiedenen Spielarten. Seit einigen Jahren wird der Versuch gemacht, daraus eine weisse

daher zunächst einige orientierende Versuche gemacht, andere Hafersorten auf dem Hochmoor anzubauen,[1]) und hierzu der Fichtelgebirgshafer, sowie zwei finnische Hafersorten benutzt. Letztere verdankte die Station der Güte des Direktors des landwirtschaftlichen Instituts zu Mustiala in Finnland, Herrn Professor GROTEFENDT. Der finnische Hafer soll besonders frosthart sein und wird in seiner Heimat vielfach auf den noch gefrorenen Boden ausgesät. Die beiden Spielarten wurden daher, obwohl sie ebenfalls bunte Sorten sind, mit zum Vergleich herangezogen. Die Aussaat konnte, weil das Saatgut verspätet eintraf, im ersten Anbaujahr erst im Mai geschehen.[2]) Die Erfahrungen der drei letzten Jahre haben gezeigt, dass für den Hafer auf Moorboden sich eine möglichst frühe Aussaat, wenn angängig schon im letzten Drittel des März, empfiehlt. Der Ertrag ist ein viel sicherer und höherer, und namentlich die Schwere des Kornes grösser, als bei später Aussaat. Die früher gehegte Befürchtung, dass der Hafer bei früher Aussaat unter den Spätfrösten besonders leiden würde, ist nicht zugetroffen, im Gegenteil, in wiederholten Fällen hat der früh gesäte Hafer, der sich bei der kalten Witterung langsam entwickelte und abgehärtet wurde, starke Nachtfröste ohne den geringsten Schaden überstanden, während in nächster Nähe spät gesäter Hafer durch solche auf das empfindlichste heimgesucht wurde. *Im Gegensatz zu älteren Anschauungen kann der Hafer bei früher Saat als eine der sichersten und dankbarsten Moorfrüchte bezeichnet werden.*[3]) Bei den nachstehenden Versuchen wurde, abgesehen von den besonderen Umständen des Jahres 1892/93, durchgehends den alten Anschauungen entsprechend zu spät gesät.

1. **Versuch No. 1.**
2. Bodenform Eb.
3. H. HESSE in Hintzendorf, Hellweger Moor.
4. In Fruchtfolge bisher unter Anwendung von Stalldünger und Kunstdünger bewirtschaftet.
5. 18 *a.*
6. Vergleich zwischen Moorhafer und Fichtelgebirgshafer als Überfrucht für Klee und Gras.
7. b) Gekalkt im Jahre 1889.

Haferart zu züchten, die namentlich weniger leicht lagert und ausfällt. — *Von Interesse und noch weiterer Aufklärung bedürftig ist die Beobachtung, dass der schwarzbraune Moorhafer sich unter ungünstigen Wachstumsbedingungen wie bei einseitiger Düngung sehr viel tiefer dunkel färbt und z. B. bei Phosphorsäuremangel nahezu schwarz wird.*

[1]) M. FLEISCHER hat ebenfalls Versuche nach der Richtung angestellt, s. Mitteilung des Vereins zur Förderung der Moorkultur, 1894 S. 202, 1895 S. 317, 405.

[2]) Die Aussaat erfolgte im 2. Jahre zu einem früheren, jedoch leider jetzt nicht mehr festzustellenden Termine, da die Eintragung in die Versuchsprotokolle versäumt worden ist.

[3]) Nach den von FLEISCHER angestellten Versuchen auf Moordammkulturen ist auch dort der Ertrag des Hafers bei früher Saat besser und sicherer, s. Mit. d. Ver. z. Förd. d. Moork., 1898 S. 97.

8. *Versuchsjahr 1892/93.*
9. 125 *kg* Kali als Kainit, 100 *kg* Phosphorsäure als Thomasmehl, Stickstoff in Form von Chilisalpeter.
10. Kartoffeln.
11. a) Parzellen 3, 4, 5, 8, 9, 10, 15, 16, 17, 11, 12 Fichtelgebirgshafer, die übrigen Moorhafer. b) 17. Mai 1893. c) 150 *kg*.
12. Nach der Ernte der Kartoffeln wurde das Feld tief gepflügt, der Kunstdünger auf die rauhe Furche gestreut.
13. 3. Mai: Der Hafer ist recht gleichmässig aufgegangen und hat ein gut entwickeltes Blatt. 9. Juni: *Die anhaltende Trockenheit wirkt nachteilig auf die Entwicklung des Hafers ein.*
14.

Parzelle	*Ertrag in kg pro ha*	*Mittlerer Ertrag Korn*	*Mittlerer Ertrag Stroh*
3, 4, 5, 8, 9	960, 3420 \| 1360, 4320 \| 1260, 3920 \| 810, 3670 \| 710, 3170	912	3325
10, 15, 16, 17, 11, 12	710, 3170 \| 860, 3320 \| 785, 3020 \| 860, 2920 \| 1010, 3020		
1, 2, 17, 18	950, 4400 \| 1350, 4600 \| 600, 3500 \| 500, 3350	979	3839
6, 7, 13, 14	1425, 4800 \| 1280, 3900 \| 850, 2950 \| 875, 3200		

1. **Versuch No. 2.**
2. Bodenform Eb.
3. Fr. Erasmy in Hintzendorf, Hellweger Moor.
4. Das Feld war bislang unter Verwendung von Stalldünger und Gründünger mit verschiedenen Früchten bestellt und in alter Kultur.
5. 12 *a*.
6. Vergleich zwischen nordfinnischem Hafer, finnischem Hafer und Moorhafer.

8. *Versuchsjahr 1895/96.*
9. 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 40 *kg* Stickstoff.
10. Kartoffeln in Gründüngung.
11. b) 10. April. c) 175 *kg* pro Hektar. e) 9. und 10. September 1896.
13. 23. Juni: Der Hafer steht gut, der nordfinnische hat die Länge des Moorhafers, der finnische ist etwas kürzer.
14.

Parzelle	*Ertrag in kg pro ha*	*Mittlerer Ertrag pro ha Korn*	*Mittlerer Ertrag pro ha Stroh*
	Finnischer Hafer:		
1, 2, 5	2950, 4975 \| 3140, 4480 \| 2930, 4400	2980	4480
3, 6, 4	3090, 4200 \| 2800, 4275 \| 2970, 4550		
	Nordfinnischer Hafer:		
7, 8, 9	2600, 4750 \| 2590, 4975 \| 2600, 5050	2597	4925
	Moorhafer:		
10, 11, 12	3280, 4980 \| 3050, 4360 \| 3250, 4260	3193	4533.

1. **Versuch No. 3.**
2. Bodenform Eb.
3. J. H. Behling in Stellenfelde, Hellweger Moor.
4. Bislang mit Kunstdünger und Stalldünger bewirtschaftet, vorwiegend mit Roggen und Kartoffeln bestellt.

5. 9 *a*.
6. Vergleich zwischen finnischem und hiesigem Moorhafer.
8. *Versuchsjahr 1894/95.*
9. 120 *kg* Kali, 33 *kg* Stickstoff, 120 *kg* Phosphorsäure in Form von Kalisalpeter und Thomasmehl.
10. Roggen.
11. b) Termin nicht bekannt, wahrscheinlich ziemlich früh gesät.
13. Der Hafer litt unter Thrips cerealium, besonders der finnische Hafer.
14.

Parzelle	*Ertrag in kg pro ha*	*Mittlerer Ertrag pro ha* Korn	Stroh
	Finnischer Moorhafer:		
1, 2, 3, 4, 5	1050, 4350 \| 1180, 4900 \| 1280, 4825 \| 1375, 4980 \| 1160, 5075	1209	4826
	Nordwestdeutscher Moorhafer:		
6, 7, 8, 9	2550, 4910 \| 2560, 4075 \| 2460, 4660 \| 2560, 4760	2533	4601.

Der nordwestdeutsche Moorhafer hat sich mithin im Kornertrag den neueingeführten Sorten überlegen gezeigt, im Strohertrag ist er in einem Jahr von dem nordfinnischen, in einem anderen von dem finnischen Hafer überholt worden. Der geringere Kornertrag des letztgenannten bei Versuch 3 ist wohl vorwiegend auf die starke Beschädigung durch den Getreideblasenfuss zurückzuführen. Auch bei den auf dem neuen Versuchsfeld fortgesetzten vergleichenden Versuchen ist der Moorhafer im allgemeinen im Ertrag den fremden Sorten überlegen gewesen. Wenn die aus dem Moorhafer gezüchteten weissen Haferspielarten sich ebenso günstig verhalten, so würden in diesen für den Hochmoorboden besonders geeignete weisse Hafersorten gewonnen werden.

3. Anbauversuche mit verschiedenen Roggenspielarten.

In den nordwestdeutschen Moorkolonien wird vorzugsweise der sogen. Moorroggen angebaut, eine seit langem dort acclimatisierte Spielart mit feinschaligem und verhältnismässig kleinem Korn, deren besondere Winterfestigkeit gerühmt wird. Mit dieser einheimischen Spielart wurden zunächst bei den Anbauversuchen vier Roggenspielarten in Wettbewerb gestellt, die sich bereits auf anderen Bodenarten bewährt hatten, nämlich:

Johannisroggen,
Zeeländer Roggen,
Probsteier Roggen,
Schlanstedter Roggen.

Um den Einfluss der Bodenbeschaffenheit, der sich als sehr gross herausgestellt hat, auf das Gedeihen der neu eingeführten Sorten festzustellen, wurden dieselben gleichzeitig mit Moorroggen auf folgenden verschiedenen Bodenformen des Hochmoores angebaut:

1. Nicht besandetes, gemergeltes oder gekalktes Hochmoor in schwacher Kultur.
2. Nicht besandetes, gemergeltes oder gekalktes Hochmoor in besserer Kultur.

3. Besandetes Hochmoor, *nicht gekalkt*, in guter Kultur.
4. " " *gekalkt*, " " "
5. " " *gemergelt*, " " "

Mit Ausnahme der Felder unter 3 und 4, die während der Dauer des Versuches dieselben blieben, wechselten die Flächen, auf denen die Versuche ausgeführt wurden, jedoch in der Art alljährlich, dass stets Flächen von möglichst derselben Bodenform wie im Vorjahr für die Versuche unter 1, 2 und 5 ausgewählt wurden. Die Vorfrucht war auf diesen Feldern unter diesen Umständen in den verschiedenen Jahren verschieden. Nähere Angaben darüber finden sich in den Zusammenstellungen der Versuchsergebnisse.

Bei einem älteren Versuch der Moor-Versuchs-Station, fremde Roggensorten im Moore anzubauen, waren diese vollständig in der Blüte erfroren und brachten kein Korn, während der sich langsamer entwickelnde Moorroggen eine gute Ernte lieferte. Mit Rücksicht auf diese Erfahrung wurden bei den folgenden Versuchen die neu eingeführten Sorten zu verschiedener Zeit gesäet, Anfang Oktober, die meistens innegehaltene Saatzeit des Moorroggens, und Ende Oktober oder Anfang November, der Moorroggen jedoch immer früh. Über das Ergebnis des ersten Anbauversuches ist bereits von Fleischer[1]) berichtet worden, auch über die Ergebnisse der folgenden Jahre sind kurze Berichte an derselben Stelle niedergelegt.[2]) Die Anordnung der Versuche war von vornherein dieselbe wie bei den vergleichenden Düngungsversuchen; die Düngung der in 1 *a* grosse Parzellen geteilten Felder erfolgte ganz gleichartig, die einzelnen Parzellen wurden mit den einzelnen Varietäten bestellt und die Verteilung unter Berücksichtigung der für Düngungsversuche massgebenden Gesichtspunkte so vorgenommen (s. o.), dass die mit derselben Spielart bestandene Parzellengruppe die durchschnittliche Bodenbeschaffenheit der ganzen Versuchsfläche darstellte.

Bei dieser Versuchsanordnung war es nicht zu vermeiden, dass, da der Roggen windblütig ist, die durcheinander angebauten Sorten in hohem Grade der Gefahr der Bastardierung unterlagen. Verringert wurde diese Gefahr allerdings durch die verschieden schnelle Entwicklung und die zu verschiedener Zeit eintretende Blüte der einzelnen Spielarten. Der Ausführung eines streng vergleichenden Anbauversuches auf genügend weit von einander entfernten Flächen stellen sich unter den Boden- und Wirtschaftsverhältnissen in unseren Hochmooren sehr grosse Schwierigkeiten entgegen; das grösste Hindernis liegt darin, dass es nicht möglich ist, unter solchen Umständen Bodenflächen von der nötigen gleichartigen Beschaffenheit zu gewinnen. Wie die Versuchsergebnisse lehren, zeigten die einzelnen Spielarten in ihrem Verhalten von vornherein ziemlich bestimmte Eigentümlichkeiten, die auf mehrere Jahre sich ziemlich konstant verhielten, so dass die Wirkung der Bastardierung in den ersten Jahren wohl nicht allzuhoch ins

[1]) M. Fleischer, Bericht über die Feldversuche der Moor-Versuchs-Station im Jahre 1891, Protokoll der Central-Moor-Kommission Bd. 27, S. 2.

[2]) Br. Tacke, ebd. Bd. 29, S. 18, Bd. 31, S. 9, Bd. 33, S. 13.

Gewicht fällt. Immerhin ist es rätlich, in Zukunft nicht allzulange unter diesen Verhältnissen ohne Einfuhr von neuer Originalsaat die Versuche fortzusetzen, sowie das Saatgut der einzelnen Spielarten für die streng vergleichenden Anbauversuche durch isolierten Anbau rein zu erhalten. Aus später zu erörternden Gründen ist es nicht angängig, neu in das Moor eingeführte Originalsaaten ohne weiteres in die vergleichenden Anbauversuche einzustellen.

Versuchsjahr 1891/92.

1. **Versuch No. 1.**
2. Hochmoorackerland in jüngerer Kultur.
3. H. D. FRICKE in Schanzendorf, Hellweger Moor.
4. Das Feld hatte vorher zu einem Versuch über Fruchtfolge gedient und war gleichmässig gedüngt und bearbeitet worden (abgesehen von der Kalkung, s. u. 7 b).
5. 20 *a*.
7. b) Parzelle 1—9, pro Hektar 4000 *kg* gebrannter Kalk, 1885, No. 10 bis 20, 1883 10 000 *kg* Ülzener Mergel, 1885 1333 *kg* gebrannter Kalk.
9. 150 *kg* Kali (Kainit), 100 *kg* Phosphorsäure (Thomasschlacke), 45 *kg* Stickstoff (Chilisalpeter).
10. Klee und Gras bis Johanni (1 Schnitt).
11. b) No. 1—4, No. 9—15 und No. 20 am 12. und 13. Oktober; No. 5 bis 8, No. 16—19 am 30. Oktober. c) Moorroggen 155 *kg*, die anderen Spielarten 205 *kg* pro Hektar. d) 3. August 1892. e) 16. August 1892.
12. Nach der Ernte des 1. Klee- und Grasschnittes wurde die Narbe möglichst flach gepflügt, dann wiederholt geeggt, Anfang Oktober ziemlich tief gepflügt, geeggt, Kunstdünger eingestreut und eingeeggt, Saat mit hölzernen Harken eingeharkt.
13. a) 11. November 1891: Der Roggen ist gleichmässig aufgegangen, auch der spät gesäete. 8. April 1892: Die fremden, früh gesäeten Sorten sind dem Moorroggen in der Entwicklung etwas voraus, die spät gesäeten stehen hinter ihm etwas zurück. 5. Mai 1892: Der Stand des Roggens hat sich verschlechtert, namentlich auf den früh bestellten Parzellen, der Moorroggen zeigt ein besseres Aussehen. 13. Mai: Nach der Chilisalpeterdüngung ist die Entwicklung des Roggens besser geworden, etwas zurück sind Parzellen 9 und 20. 20. Mai: Stand des Roggens ziemlich gut.
b) Parzelle 20 wurde nicht ermittelt.
14.

Parzelle	Angebaute Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Späte Saat Mittel Korn	Späte Saat Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Frühe Saat Mittel Korn	Frühe Saat Mittel Stroh
—	Moorroggen	—	—	—	—	9	1550	3350	1625	3525
—	„	—	—			14	1550	3225		
—	„	—	—			15	1825	4000		
6	Johannisroggen	2050	4550	1988	4438	2	2100	4523	1863	4063
18	„	1925	4325			12	1625	3600		
7	ZeeländerRoggen	2150	4200	1975	3875	3	2125	4325	1913	3950
17	„ „	1800	3550			11	1700	3575		

Parzelle	Angebaute Frucht	Späte Saat Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
8	Probsteier Roggen	1625	4125	1588	4038	4	1475	3600	1600	3950
16	" "	1550	3950			10	1725	4300		
5	Schlanstedter "	1950	4450	1975	4250	1	2150	4525	1788	3975
19	" "	2000	4050			13	1425	3325		

1. **Versuch No. 2.**
2. Hochmoorackerland in älterer Kultur.
3. H. Hesse in Hintzendorf, Hellweger Moor.
4. Wie bei Versuch No. 1.
5. 22 *a*.
7. b) 1885 pro Hektar 4000 *kg* gebrannter Kalk.
9. 150 *kg* Kali (Kainit), 100 *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl), 45 *kg* Stickstoff (Salpeter).
10. Wie bei Versuch No. 1.
11. a) S. Versuch No. 1. b) Parzelle No. 1—6, 11—18 am 9. Oktbr. 1891, Parzelle No. 7—10, 19—22 am 30. Oktbr. 1891. c) Moorroggen 155 *kg*, fremde Sorten 205 *kg*. d) 30. Juli 1892. e) 9. und 10. August 1892.
12. Wie bei Versuch No. 1.
13. a) 21. November 1891: Gleichmässiger Stand des Roggens, der früh gesäete hat ein breites, üppiges Blatt. 4. April 1892: Erhebliche Unterschiede zwischen den verschiedenen Spielarten sind nicht bemerkbar, der Moorroggen ist in der Entwicklung etwas zurück. Ein kleiner Teil der Parzelle No. 19 ist anscheinend durch ein Insekt beschädigt. 5. Mai 1892: Der früh gesäete Roggen ist zurück, alle Sorten haben unter Nachtfrost gelitten.
14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
—	Moorroggen	—	—	—	—	1	1900	4950	1375	4258
—	"	—	—			6	1275	3200		
—	"	—	—			11	1600	4450		
—	"	—	—			12	2050	4250		
—	"	—	—			17	1325	4400		
—	"	—	—			18	1475	4300		
4	Johannisroggen	1700	4800	1400	4825	8	1575	5400	1463	4900
14	"	1100	4850			21	1350	4400		
3	Zeeländer Roggen	1700	4175	1413	3988	9	1375	5050	1638	4500
15	" "	1125	3800			20	1900	3950		
2	Probsteier "	1500	4100	1350	3925	10	1625	4550	1338	3975
16	" "	1200	3750			19	1050	3400		
5	Schlanstedter "	1850	4125	1525	4213	7	2025	4950	1863	4575
13	" "	1200	4300			22	1700	4200		

1. **Versuch No. 3 und No. 4.**
2. Besandetes Hochmoor (Veenkultur) in guter Kultur.
3. JOH. SCHNAKENBERG in Wörpedorf, Teufelsmoor.
4. Früher vom Kolonisten selbst bewirtschaftet, gleichmässig gedüngt (s. unter No. 7).
5. Zusammen 20 *a*.
7. *No. 3, Parzellen 1 bis 10 nicht gekalkt, No. 4, Parzellen 11 bis 20 1889 mit Seifenkalk versehen.*
9. a) 150 *kg* Kali (Kainit), 125 *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl), 45 *kg* Stickstoff (Chilisalpeter).
10. Roggen.
11. b) Frühe Aussaat 8. Oktober, späte Aussaat 2. November. c) 155 *kg* Moorroggen, 208 *kg* der neuen Spielarten. d) 1. und 2. August 1892. e) 13. und 15. August 1892.
12. Nach der Roggenernte ziemlich tief gepflügt, geeggt, Kunstdünger ausgestreut und eingeeggt.
13. 2. November 1891: Gleichmässiger Stand. Auf dem gekalkten Stück (No. 4) ist der Roggen in der Entwicklung weiter, als auf No. 3, nicht gekalkt. 15. Februar 1892: Mooroggen hat den Vorzug, der Stand ist besser bei No. 4, als bei No. 3. 10. April 1892: Sehr viel schwächerer Stand bei No. 3. Moorroggen ist in der Entwicklung etwas zurück. 24. Mai 1892: Ergebnis der Besichtigung:

Versuch No. 3. Nicht gekalkt.

Frühe Saat:

Moorroggen: Parzelle No. 1, mässig in Farbe und Bestand, noch ohne Ähren.
„ „ „ 6, besser „ „ „ „ „ „ „
Probsteier: Parzelle No. 2, sehr dünner Bestand, mässige Farbe, nur einzelne Ähren.
Zeeländer: Parzelle No. 3, etwas dichterer Stand, mässige Farbe, mehr Ähren.
Johannisroggen: Parzelle No. 4, sehr dünner Stand, kurzer Halm, sehr mässige Farbe, einzelne Ähren.
Schlanstedter: Parzelle No. 5, dichter im Bestand, mässige Farbe, nur einzelne Ähren.

Späte Saat:

Probsteier: Parzelle No. 7, sehr dünner Bestand, mässige Farbe, kurzer Halm.
Zeeländer: Parzelle No. 8, etwas dichter im Bestand, längere Halme, Farbe mässig.
Johannisroggen: Parzelle No. 9, sehr dünn, kurz im Halm.
Schlanstedter: Parzelle No. 10, dichter und länger als die vorhergehenden Sorten.

Versuch No. 4. Gekalkt.

Frühe Saat:

Moorrogen: Parzelle No. 15, normal, fast üppige Farbe, ohne Ähren.
„ „ „ 20, desgleichen.
Probsteier: Parzelle No. 19, fast normal, gute Farbe, ein Drittel in Ähren; Parzelle No. 18 desgleichen, zwei Drittel in Ähren.
Johannisroggen: Bestand etwas ungleich, Farbe fast gut, einzelne Ähren; Parzelle No. 16, fast normaler Bestand, mässiger in Farbe, ein Drittel in Ähren.

Späte Saat:

Probsteier: Parzelle No. 14, kaum normal, ebenso Zeeländer, Parzelle No. 13, Johannisroggen, Parzelle No. 12 und Schlanstedter Roggen, Parzelle No. 11.

Regen und Wärme fördern danach die Entwicklung des Roggens sehr, auf den ungekalkten Parzellen, Versuch No. 3, lässt sie jedoch zu wünschen übrig.

14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
	Versuch No. 3. Nicht gekalkt.									
—	Moorroggen	—	—	—	—	1	1790	4290	1815	4240
—	,,	—	—			6	1840	4190		
9	Johannisroggen	850	3040	850	3040	4	1390	3790	1390	3790
8	ZeeländerRoggen	1390	3840	1390	3840	3	1560	4170	1560	4170
7	Probsteier ,,	980	4450	980	4450	2	1310	3640	1310	3640
10	Schlanstedter ,,	1150	3440	1150	3440	5	1770	4150	1770	4150
	Versuch No. 4. Gekalkt.									
—	Moorroggen	—	—	—	—	15	2250	5240	2380	5815
—	,,	—	—			20	2510	6390		
12	Johannisroggen	1690	3970	1690	3970	17	2160	5340	2160	5340
13	ZeeländerRoggen	2170	4390	2170	4390	18	2420	5410	2420	5410
14	Probsteier ,,	2170	4440	2170	4440	19	2310	5570	2310	5570
11	Schlanstedter ,,	1570	4040	1570	4040	16	2040	4640	2040	4640

1. **Versuch No. 5.**
2. Besandetes, gemergeltes Hochmoor in guter Kultur.
3. H. W. Tietjen in Wörpedörf bei Grasberg.
4. In Fruchtfolge bewirtschaftet, gleichmässig gedüngt.
5. 22 *a*.
7. b) Gemergelt mit 15 000 *kg* Mergel pro Hektar 1889.
9. 150 *kg* Kali in Kainit, 100 *kg* Phosphorsäure in Thomasmehl, kein Chilisalpeter.
10. *Pferdebohnen und Kapuzinererbsen.*
11. b) Frühe Saat 7. Oktober 1891, späte Saat 2. November 1891. c) Moorroggen 155 *kg*, die anderen Sorten 208 *kg*.
12. Nach der Ernte der Pferdebohnen und Erbsen wurde zur Saat gepflügt, der Kunstdünger am 6. Oktober gestreut und eingeeggt, der Saatroggen mittelst einer Hacke aus Holz eingehackt.
13. 2. November: Der Roggen ist gleichmässig aufgegangen. 18. Februar 1892: Bei früher Saat ist ein Unterschied kaum zu erkennen, vielleicht ist der Moorroggen etwas zurück, der spät gesäte Roggen steht ebenfalls gleichmässig, jedoch in der Farbe weniger dunkel, als der früh gesäte. 10. April: Kaltes Wetter und Nachtfröste haben die Entwicklung des Roggens sehr gehindert. Erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Sorten sind nicht wahrzunehmen. 28. Mai: Die Entwicklung des Roggens hat sich in letzter Zeit sehr gebessert.

14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
—	Moorroggen	—	—	—	—	1	2510	5440	2759	6003
—	"	—	—			6	2530	5290		
—	"	—	—			15	3285	6790		
—	"	—	—			20	2710	6490		
9	Johannisroggen	1960	4490	2200	4880	4	2110	4740	2285	5225
12	"	2440	5270			17	2460	5710		
3	Zeeländer Roggen	2310	4500	2535	4915	3	2510	4740	2645	5105
13	" "	2760	5330			18	2780	5470		
7	Probsteier "	1870	4240	2055	4565	2	2130	4710	2260	5050
14	" "	2240	4890			19	2390	5390		
10	Schlanstedter "	1980	4270	2233	4775	5	2700	5040	2780	5255
11	" "	2485	5280			16	2860	5470		

Versuchsjahr 1892/93.

1. **Versuch No. 6.**
2. Nicht besandetes, gekalktes Hochmoor in ziemlich guter Kultur.
3. H. HESSE in Hintzendorf, Hellweger Moor.
4. In Fruchtfolge bewirtschaftet, gleichmässig gedüngt.
5. 20 *a.*
7. b) Gekalkt 1886, 4000 *kg* Kalk pro Hektar.
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure als Kainit und Thomasmehl.
10. Klee und Gras.
11. b) Frühe Saat 7. Oktober, späte Saat 31. Oktober 1892. c) Moorroggen 215 *kg*, die übrigen Sorten bei früher Aussaat 206 *kg*, bei später 216 *kg*. d) 28. und 29. Juli 1893. e) 9. August 1893.
12. Nachdem das Kleegras einmal geschnitten, wurde die Fläche flach gepflügt, dann öfters geeggt, Anfang Oktober tief zur Saat gepflügt, der Kunstdünger gestreut, eingeeggt, der Moorroggen und die früh gesäten anderen Spielarten mit der Harke eingeharkt, ebenso bei der späten Aussaat verfahren.
13. November: Der Roggen zeigt gute Farbe bei gleichmässigem Stand. 3. April: Der Moorroggen ist in der Entwicklung etwas zurück. 9. Juni: Der Stand des Roggens ist im allgemeinen gut, grosse Unterschiede sind zwischen den einzelnen Sorten nicht wahrnehmbar.
14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
—	Moorroggen	—	—	—	—	5	2000	4050	2240	4340
—	"	—	—			6	2050	3400		
—	"	—	—			11	2100	4950		
—	"	—	—			12	2300	4450		
—	"	—	—			20	2750	4850		

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Späte Saat Mittel Korn	Späte Saat Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Frühe Saat Mittel Korn	Frühe Saat Mittel Stroh
8	Johannisroggen	2050	3900	2050	3900	2	1950	3450	2200	4100
—	„	—	—			15	2450	4750		
9	Zeeländer Roggen	2100	3950	2250	4300	3	1750	3050	1925	3425
18	„ „	2400	4650			14	2100	3800		
10	Probsteier „	2000	4100	2200	4200	4	2050	3300	1650	2900
17	„ „	2400	4300			13	1350	2500		
7	Schlanstedter „	2150	4200	2275	3975	1	2000	3650	2175	4150
19	„ „	2400	3750			16	2350	4650		

1. **Versuch No. 7.**
2. Nicht besandetes, gemergeltes Hochmoor in guter Kultur.
3. H. D. Fricke in Schanzendorf, Hellweger Moor.
4. In Fruchtfolge bewirtschaftet, vorher gleichmässig gedüngt.
5. 24 *a*.
7. Gemergelt 1882, pro Hektar 15000 *kg* Ülzener Mergel.
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, kein Stickstoff.
10. *Erbsen.*
11. b) Frühe Aussaat 8. Oktober 1892, späte Aussaat 1. November 1892. c) Frühe Aussaat: Moorroggen 150 *kg*, die anderen Sorten 200 *kg*; späte Aussaat: 210 *kg*. d) 28. Juli 1893. e) 15. und 16. August 1893.
12. Nach der Erbsenernte Ende September zur Saat gepflügt, den Kunstdünger gestreut und eingeeggt, die Saat mit hölzernen Harken untergebracht.
13. November 1892: Der Roggen ist gut aufgegangen und hat eine gute Farbe.
14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Späte Saat Mittel Korn	Späte Saat Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Frühe Saat Mittel Korn	Frühe Saat Mittel Stroh
—	Morroggen	—	—	—	—	1	2120	4600	1929	4069
—	„	—	—			6	1525	3050		
—	„	—	—			11	2380	4860		
—	„	—	—			12	2130	4050		
—	„	—	—			17	2000	4500		
—	„	—	—			18	1660	3650		
—	„	—	—			23	1720	3770		
—	„	—	—			24	1900	4070		
9	Johannisroggen	2450	5050	2010	4450	3	2300	4950	2100	4625
20	„	1570	3850			15	1900	4300		
8	Zeeländer Roggen	2420	4780	1960	4140	4	2020	4050	2100	4200
21	„ „	1500	3500			14	2180	4350		
7	Probsteier „	2350	4750	2085	4450	5	2230	4330	2153	4490
22	„ „	1820	4150			13	2075	4650		
10	Schlanstedter „	2350	4780	2335	4765	2	2150	4100	2025	4250
19	„ „	2320	4750			16	1900	4400		

1. **Versuch No. 8 und No. 9.**
2. Dasselbe Versuchsstück wie bei Versuch No. 5.
9. 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 30 *kg* Stickstoff.
10. Roggen.
11. b) Frühe Aussaat 1. Oktober, späte Aussaat 26. Oktober 1892. c) Moorroggen 150 *kg*, von den übrigen Sorten bei früher Aussaat 200, bei später 210 *kg*.
12. Nach der Ernte flach gepflügt und später geeggt, dann zur Saat tief gepflügt.
13. Stand der verschiedenen Sorten recht gleichmässig.
14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat				Parzelle	Frühe Saat			
		Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh		Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
	Versuch No. 8. Nicht gekalkt.									
—	Moorroggen	—	—	—	—	1	2890	5390	2905	5475
—	„	—	—			6	2920	5560		
9	Johannisroggen	2170	4390	2170	4390	4	2330	4400	2330	4400
8	Zeeländer Roggen	2610	4750	2610	4750	3	2570	4590	2570	4590
7	Probsteier „	2260	4030	2260	4030	2	2310	4140	2310	4140
10	Schlanstedter „	2350	4480	2350	4480	5	2760	5080	2760	5080
	Versuch No. 9. Gekalkt.									
—	Moorrogen	—	—	—	—	15	3610	7140	3515	7255
—	„	—	—			20	3420	7370		
12	Johannisroggen	3060	5230	3060	5230	17	3130	5580	3150	5580
13	Zeeländer Roggen	3390	6090	3390	6090	18	3220	5690	3220	5690
14	Probsteier „	3600	6540	3600	6540	19	3030	5640	3030	5640
11	Schlanstedter „	3050	5140	3050	5140	16	3330	5920	3330	5920

1. **Versuch No. 10.**
2. Besandetes, gemergeltes Hochmoor in guter Kultur.
3. H. W. TIETJEN in Wörpedorf, Teufelsmoor.
4. In Fruchtfolge bewirtschaftet und gleichmässig gedüngt.
5. 22 *a*.
7. b) Gemergelt 1888 mit 15000 *kg* Ülzener Mergel pro Hektar.
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure in Thomasmehl und Kainit.
10. Pferdebohnen und Kapuzinererbsen.
11. Frühe Saat 1. Oktober, späte Saat 26. Oktober 1892.
12. Ende September ziemlich tief zur Saat gepflügt.
13. 26. Oktober 1892: Die früh gesäeten Sorten sind sehr gleichmässig gelaufen. 19. April 1893: Der Roggen ist gut durch den Winter gekommen. 27. Juli: Der spät gesäete Roggen hat den früh gesäeten nahezu eingeholt.

14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
—	Moorroggen	—	—	—	—	1	3250	5950	3340	6102
—	"	—	—			6	3750	6920		
—	"	—	—			11	2910	5400		
—	"	—	—			16	3790	6910		
—	"	—	—			21	3180	5740		
—	"	—	—			22	3160	5690		
9	Johannisroggen	2400	4320	2525	4405	4	2790	5100	2810	5205
13	"	2650	4850			18	2830	5310		
8	Zeeländer Roggen	2710	4520	2825	4790	3	2980	5130	2930	4925
14	" "	2940	5060			19	2880	4720		
7	Probsteier "	3030	4910	3045	5030	2	2800	4450	2670	4320
15	" "	3060	5150			20	2540	4190		
10	Schlanstedter "	2500	4330	2720	4520	5	3300	5220	3205	5525
12	" "	2940	4710			17	3110	5830		

1. **Versuch No. 11.**
2. Nicht besandetes Hochmoor in guter Kultur.
3. H. D. Fricke in Schanzendorf, Hellweger Moor.
4. In Fruchtfolge bewirtschaftet und gleichmässig gedüngt.
5. 20 *a*.
7. b) 1886 gekalkt, 4000 *kg* gebrannten Kalk pro Hektar.
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, keinen Stickstoff.
10. Klee und Gras.
11. a) Schlanstedter, Zeeländer und Moorroggen. b) 8. Oktober 1892. c) Bei Moorroggen 150 *kg*, bei den beiden übrigen 200 *kg*. d) 27. Juli. e) 15. August 1893.
12. Nachdem ein Kleeschnitt genommen, wurde das Feld flach gepflügt, später wiederholt geeggt, im Anfang Oktober tief zur Saat gepflügt, Kainit und Thomasmehl eingeeggt, der Roggen doppelt eingeeggt.

14.

Parzelle	Frucht	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag Korn	Mittlerer Ertrag Stroh
1, 2, 3, 4, 5	Schlanstedter	2720, 4750 \| 2350, 4100 \| 2250, 4050 \| 2370, 4050 \| 2270, 3800	2312	4117
16, 17, 18, 19	Roggen	1800, 3350 \| 2600, 4800 \| 2350, 4200 \| 2100, 3950		
6, 7, 8, 9, 10	Zeeländer	2620, 4850 \| 2420, 4350 \| 2670, 4800 \| 2570, 4550 \| 2520, 4050	2503	4442
12, 13, 14, 15	Roggen	2840, 4430 \| 2770, 4900 \| 2300, 4400 \| 1820, 3650		
11, 20	Moorroggen	2720, 4350 \| 1825, 3250	2273	3800

Versuchsjahr 1893/94.

1. **Versuch No. 12 und No. 13.**
2. bis 7. S. Versuch No. 8 und No. 9.
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 30 *kg* Stickstoff.
10. Roggen.
11. a) Roggen. b) Frühe Aussaat 5. Oktober 1893, späte Aussaat 3. November. c) Moorroggen 150 *kg*, von den anderen Sorten 200 *kg* bei früher, 210 *kg* bei später Saat. d) 28. Juli 1894. e) 6. u. 7. Aug. 1894.
12. S. Versuch No. 8 und No. 9.
13. Das Feld hatte bei der Bestellung ziemlich viel Quecken (Holius mollis), besonders die nicht gekalkte Fläche. 3. November 1893: Der früh gesäete Roggen ist recht gleichmässig aufgegangen. 6. März 1894: Der spät gesäete Roggen steht gleichmässig, aber etwas dünn. Der früh gesäete hat eine gute Farbe und einen guten Bestand, besonders auf den gekalkten Parzellen. Mai: Der Roggen ist auf der nicht gekalkten Fläche etwas zurück. Juli: Der Roggen auf der gekalkten Fläche steht üppiger, als auf der nicht gekalkten.
14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat				Parzelle	Frühe Saat			
		Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh		Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
				Versuch No. 12. Nicht gekalkt.						
—	Moorroggen	—	—	—	—	1	1800	4430	1850	4480
—	"	—	—			6	1900	4530		
9	Johannisroggen	1360	3450	1360	3450	4	1615	4100	1615	4100
8	Zeeländer Roggen	1450	3600	1450	3600	3	1700	4000	1700	4000
7	Probsteier "	920	2200	920	2200	2	1515	3600	1515	3600
10	Schlanstedter "	1525	3600	1525	3600	5	1900	4550	1900	4550
				Versuch No. 13. Gekalkt.						
—	Moorroggen	—	—	—	—	15	2260	5750	2185	5990
—	"	—	—			20	2110	6230		
12	Johannisroggen	1540	3800	1540	3800	17	1900	4500	1900	4500
13	Zeeländer Roggen	1740	4535	1740	4535	18	2100	5800	2100	5800
14	Probsteier "	1865	4550	1865	4550	19	1980	5690	1980	5690
11	Schlanstedter "	1350	3750	1350	3750	16	2315	5950	2315	5950

1. **Versuch No. 14.**
2. Älteres mit Sand gemischtes Hochmoorackerland, gemergelt, in guter Kultur.
3. Vorsteher H. W. Tietjen in Wörpedorf, Teufelsmoor.
4. In Fruchtfolge genützt und gleichmässig gedüngt.
5. 22 *a*.
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, kein Stickstoff.
10. *Pferdebohnen und Kapuzinererbsen.*

11. b) Frühe Saat 4. Oktober 1893, späte Saat 3. November 1893. c) Moorroggen 150 *kg*, von den übrigen Sorten bei früher Saat 200 *kg*, bei später 210 *kg*. d) 28. Juni. e) 6. und 7. August.

12. S. Versuch No. 10.

13. 3. November 1893: Stand des früh gesäeten Roggens sehr gut. 5. März 1894: Der spät gesäete Roggen steht mässig, der frühe gut. 29. April: Die Parzellen 12—23 liegen wegen der Nähe eines tiefen Grabens trockener als 1—11. In der folgenden Tabelle sind die betreffenden Zahlen in Klammern eingeschlossen. Der spät gesäete Roggen hat im Herbst stark unter Krähen gelitten.

14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat				Parzelle	Frühe Saat			
		Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh		Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
—	Moorroggen	—	—	—	—	1	1750	4150	1838	5063
—	"	—	—			6	2050	5900		
—	"	—	—			11	1700	4950		
—	"	—	—			16	1850	5250		
—	"	—	—			(21)	(1150)	(3250)	(1175)	(3225)
—	"	—	—			(22)	(1200)	(3200)		
9	Johannisroggen	1250	3500	1200	3525	4	1925	5400	1913	5500
(13)	"	(1150)	(3550)			(18)	(1900)	(5600)		
8	Zeeländer Roggen	1300	3950	1200	3650	3	1750	4850	1750	4725
(14)	" "	(1100)	(3350)			(19)	(1750)	(4550)		
7	Probsteier "	2050	5350	1688	4688	2	2100	5400	1888	4925
(15)	" "	(1325)	(4025)			(20)	(1675)	(4450)		
10	Schlanstedter "	850	3750	850	3700	5	2075	5800	2050	5975
(12)	" "	(850)	(3650)			(17)	(2025)	(6100)		

Versuchsjahr 1894/95.

1. **Versuch No. 15.**

2. Älteres Hochmoorackerland.

3. Joh. H. Behling in Stellenfelde, Hellweger Moor.

4. Ist bislang mit Halm- und Hackfrucht bestellt gewesen.

5. 20 *a*.

7. b) Gemergelt 1894; pro Hektar 9000 *kg* Verdener Mergel.

9. 175 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 45 *kg* Stickstoff.

10. b) Frühe Aussaat 9. Oktober, späte Aussaat 1. November. c) Moorroggen 150 *kg*, die anderen Sorten bei früher Aussaat 190 *kg*, bei später 210 *kg*. — *Zur Aussaat wurde, ausgenommen bei Moorroggen, neu von* Metz & Co. *in Steglitz bezogenes, also noch nicht auf Hochmoorboden acclimatisiertes Saatgut verwandt.*

14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
—	Morroggen	—	—	—	—	1	2575	5650	2558	5225
—	„	—	—			10	2925	5900		
—	„	—	—			11	2570	5000		
—	„	—	—			18	2160	4350		
7	Johannisroggen	2015	5500	1820	5145	4	1800	5300	1770	4915
19	„	1625	4790			14	1740	4530		
8	Zeeländer Roggen	1700	5250	1588	4825	3	1500	4680	1483	4335
17	„ „	1475	4400			13	1465	3990		
9	Probsteier „	1950	4500	1815	4155	2	1930	4770	1940	4635
16	„ „	1680	3810			15	1950	4500		
6	Schlanstedter „	1860	5700	1895	5300	5	1800	5560	1900	5230
20	„ „	1930	4900			12	2000	4900		

1. **Versuch No. 16.**
2. Älteres Hochmoorackerland, Veenkultur, gemergelt, in guter Kultur.
3. Vorsteher H. W. Tietjen in Wörpedorf, Teufelsmoor.
4. Bislang in Fruchtfolge bewirtschaftet, Vorfrucht Erbsen und Bohnen.
5. 20 *a*.
9. 175 *kg* Kali in Kainit, 125 *kg* Phosphorsäure in Thomasmehl, 15 *kg* Stickstoff.
11. b) Frühe Aussaat am 6. Oktober, späte Aussaat am 30. Oktober. c) Moorroggen 150 *kg*, Probsteier und Schlanstedter Roggen 190 *kg*, Johannis- und Zeeländer Roggen 200 *kg*. *Seit einer Reihe von Jahren auf Moorboden acclimatisiertes Saatgut.*
13. 8. November: Roggen auf Parzelle 1 in der Mitte stark von Schnecken abgefressen, auf Parzellen 2 und 3 ebenfalls auf kleinen Flächen. Mai 1895: Roggen ist sehr spitz und hellfarbig. *Juni*: Nach Zufuhr von 15 *kg* Stickstoff pro Hektar in Chilisalpeter ist der Stand des Roggens sehr viel besser geworden. 10. Juli: Der früh gesäete Roggen wird wahrscheinlich 10 bis 12 Tage früher reif, als der spät gesäete.

14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
—	Moorroggen	—	—	—	—	6	1670	3700	1657	3933
—	„	—	—			15	1850	4430		
—	„	—	—			20	1450	3670		
10	Probsteier Roggen	1720	4070	1923	4535	2	1880	4670	1720	4320
14	„ „	2125	5000			19	1560	3970		
9	Zeeländer „	1820	4140	2065	4720	3	1930	4450	1800	4395
13	„ „	2310	5300			18	1670	4340		

Parzelle	Frucht	Späte Saat				Parzelle	Frühe Saat			
		Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh		Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
8	Johannisroggen	1730	4000	1805	4555	4	1790	4240	1905	4685
12	„	1880	5110			17	2020	5130		
7	SchlanstedterRoggen	1900	4340	1800	4380	5	1750	3950	1870	4415
11	„ „	1700	4420			16	1990	4880		

Versuchsjahr 1895/96.

1. **Versuch No. 17.**
2. Älteres Hochmoorackerland, Herbst 1894 gemergelt.
3. J. H. Behling in Stellenfelde, Hellweger Moor (s. Versuch No. 15).
9. 175 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 45 *kg* Stickstoff.
10. b) Frühe Saat 9. Oktober, späte Saat 4. November 1895.
 c) Moorroggen 150 *kg*, frühe Saat: Probsteier Roggen 175 *kg*, Johannisroggen 160 *kg*, Zeeländer Roggen 175 *kg*, Schlanstedter Roggen 175 *kg*; späte Saat: Probsteier Roggen 200 *kg*, Zeeländer Roggen 200 *kg*, Johannisroggen 180 *kg*, Schlanstedter Roggen 200 *kg*.
13. 9. April: Mäuse haben den Roggen ziemlich stark geschädigt.
14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat				Parzelle	Frühe Saat			
		Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh		Korn	Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
—	Moorroggen	—	—	—	—	1	1975	4350	2051	4734
—	„	—	—			10	2175	5560		
—	„	—	—			11	2180	4975		
—	„	—	—			18	1875	4050		
7	Johannisroggen	1450	4640	1415	4195	4	1380	4400	1770	4675
19	„	1380	3750			13	2160	4950		
8	Zeeländer Roggen	1665	4355	1423	3607	3	1540	4160	1545	3910
17	„ „	1180	2860			14	1550	3660		
9	Probsteier „	1480	3900	1428	3625	2	1720	4150	1640	3805
16	„ „	1375	3350			15	1560	3460		
6	Schlanstedter „	1645	4755	1568	4397	5	1700	4800	1667	4300
20	„ „	1490	4040			12	1635	3800		

1. **Versuch No. 18.**
2. Älteres Hochmoorackerland, gekalkt, besandet (Veenkultur).
3. Vorsteher H. W. Tietjen in Wörpedorf, Teufelsmoor.
4. In Fruchtwechsel mit Stalldünger und Kunstdünger bewirtschaftet.
5. 20 *a*.
9. 175 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 15 *kg* Stickstoff.

10. Klee und Gras.
11. b) Frühe Saat 8. Oktober, späte Saat 2. November.
13. 10. April: Der Roggen steht sehr gut. 10. Mai: Desgleichen.
14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Späte Saat Mittel Korn	Späte Saat Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Frühe Saat Mittel Korn	Frühe Saat Mittel Stroh
—	Moorroggen	—	—	—	—	1	2550	7170	2525	7512
—	"	—	—			6	2520	7540		
—	"	—	—			15	2530	7940		
—	"	—	—			20	2500	7400		
9	Johannisroggen	2370	5800	2485	6245	4	2530	7400	2600	7545
12	"	2600	6790			17	2670	7690		
8	Zeeländer Roggen	2520	6070	2480	6525	3	2410	7330	2515	7430
13	" "	2440	6980			18	2620	7530		
7	Probsteier "	2570	6050	2400	6635	2	2520	7380	2565	7470
14	" "	2230	7220			19	2610	7560		
10	Schlanstedter "	2440	6070	2470	6355	5	2410	7180	2420	7610
11	" "	2500	6640			16	2430	8040		

1. **Versuch No. 19 und No. 20.**
2. S. Versuch No. 12 und No. 13.
3. JOH. SCHNAKENBERG in Wörpedorf, Teufelsmoor.
9. 175 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 30 *kg* Stickstoff.
10. Kartoffeln. Das früher ausschliesslich zu Roggenbau benutzte Feld wurde, um das Unkraut bekämpfen zu können, 1895 mit Hackfrucht in Kunstdünger bestellt.
11. b) Frühe Saat 10. Oktober, späte Saat 2. November.
13. Moorroggen steht recht gut, der übrige ziemlich gut. 18. Mai: Probsteier und Zeeländer Roggen sind in der Entwicklung der Ähren weiter, als die anderen Spielarten.
14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Späte Saat Mittel Korn	Späte Saat Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Frühe Saat Mittel Korn	Frühe Saat Mittel Stroh
	Versuch No. 19. Nicht gekalkt.									
—	Moorroggen	—	—	—	—	1	1980	6070	1860	6035
—	"	—	—			6	1740	6000		
9	Johannisroggen	1250	4920	1250	4920	4	1410	4980	1410	4980
8	Zeeländer Roggen	1250	4370	1250	4370	3	1480	4800	1480	4800
7	Probsteier "	1200	4150	1200	4150	2	1500	5030	1500	5030
10	Schlanstedter "	1400	4530	1400	4530	5	1550	5060	1550	5060

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
	Versuch No. 20. Gekalkt.									
—	Moorroggen	—	—	—	—	15	1730	6170	1690	6185
—	„	—	—			20	1650	6200		
12	Johannisroggen	1280	4670	1280	4670	17	1390	5800	1390	5800
13	Zeeländer Roggen	1480	4810	1480	4810	18	1620	5380	1620	5380
14	Probsteier „	1600	4900	1600	4900	19	1550	5530	1550	5530
11	Schlanstedter „	1360	4730	1360	4730	16	1510	5290	1510	5290

1. **Versuch No. 21 und 22.**
2. Gemergeltes Hochmoorackerland in ziemlich guter Kultur.
3. Joh. Schnakenberg in Wörpedorf, Teufelsmoor.
4. Bislang unter Verwendung von Stalldünger und Kunstdünger, vorwiegend zu Halmfruchtbau benutzt.
5. 20 Parzellen zu 1 *a*.
9. 175 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 45 *kg* Stickstoff.
10. Roggen.
11. b) Frühe Saat 10. Oktober, späte Saat 2. November 1895. c) Moorroggen 150 *kg*; Probsteier und Zeeländer Roggen frühe Aussaat 175 *kg*, späte Aussaat 200 *kg*; Johannisroggen frühe Aussaat 160 *kg*, späte 180 *kg*; Schlanstedter frühe Aussaat 175 *kg*, späte 200 *kg*.
13. 18. April: Der Moorroggen steht besser als die anderen Sorten, die im allgemeinen schlecht durch den Winter gekommen sind. 18. Mai: Probsteier und Zeeländer Roggen sind in der Entwicklung weiter vorgeschritten, als die anderen Sorten, Moorroggen steht am besten.
14.

Parzelle	Frucht	Späte Saat Korn	Späte Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh	Parzelle	Frühe Saat Korn	Frühe Saat Stroh	Mittel Korn	Mittel Stroh
	Versuch No. 21. Nicht gekalkt.									
—	Moorroggen	—	—	—	—	6 a	1940	6050	1575	4750
—	„	—	—			10	1210	3450		
7	Johannisroggen	1050	3650	1050	3650	9 a	1020	3960	1020	3960
8	Zeeländer Roggen	1090	4050	1090	4050	8 a	1090	4050	1090	4050
9	Probsteier „	1020	3960	1020	3960	7 a	1050	3650	1050	3650
6	Schlanstedter „	1940	6050	1940	6050	10 a	1210	3450	1210	3450
	Versuch No. 22. Gekalkt.									
—	Moorroggen	—	—	—	—	5	1880	5600	1640	5015
—	„	—	—			1 a	1400	4430		
2	Johannisroggen	1330	4330	1330	4330	4 a	1130	4040	1130	4040
3	Zeeländer Roggen	1210	3880	1210	3880	3 a	1210	3880	1210	3880
4	Probsteier „	1130	4040	1130	4040	2 a	1340	4330	1340	4330
1	Schlanstedter „	1210	3450	1210	3450	5 a	1880	5600	1880	5600

Die Ergebnisse der Versuche.

Das Jahr 1891/92. Die Ergebnisse des ersten Anbaujahres 1890/91, in dem die Versuche unter ähnlichen Bedingungen von FLEISCHER eingeleitet wurden, werden von diesem wie folgt zusammengefasst: „Auf Hochmooräckern, welche nicht in besonders hoher Kultur sich befinden und namentlich auf solchen, welche keine Kalkung oder Mergelung erhalten haben, ist der Anbau des Johannis-, Zeeländer, Probsteier und Schlanstedter Roggens nicht zu empfehlen. Dagegen verspricht der Moorroggen, falls ihm die nötige Düngung zu teil wird, einen guten Ertrag. Dieser erreichte aber bei den Versuchen bereits auf dem nicht gekalkten Boden annähernd seine grösste Höhe und eine Verbesserung der Wachstumsbedingungen hatte keine nennenswerte Ertragsvermehrung zur Folge, während Johannis-, Zeeländer und Schlanstedter Roggen durch bessere Gestaltung der Bodenverhältnisse in ihren Erträgen noch sehr beträchtlich und noch über die besten Ernten des Moorroggens hinaus gesteigert wurden.“ [1])

Ein wesentlich anderes Resultat stellte sich im 2. Jahre heraus. Auf allen Versuchsflächen sind die Unterschiede im Ertrag der verschiedenen Sorten geringer geworden. Namentlich auf dem nicht gekalkten Lande, auf dem im Vorjahr eine totale Missernte bei den neu eingeführten Spielarten erzielt wurde und nur der Moorroggen befriedigende Erträge brachte, [2]) sind im 2. Anbaujahr sowohl die Stroh- wie Kornerträge im Vergleich zu Moorroggen ganz bedeutend gewachsen. Der Schlanstedter Roggen erreicht bei früher Saat auf nicht gekalktem Land nahezu in seinem Ertrag den Moorroggen. Auf dem gekalkten und gemergelten, besandeten Lande in alter Kultur (Versuch No. 4 und 5) wurde eine recht hohe Roggenernte erzielt und der Moorroggen in einzelnen Fällen sogar von einer der neu angebauten Spielarten überholt, ebenso auf dem älteren nicht besandeten, gemergelten Boden des Versuches No. 2, bei dem allerdings die Gesamternte viel geringer war als bei den Versuchen No. 4 und 5. Selbst auf dem Boden in jüngerer Kultur und geringerer Dungkraft bei Versuch No. 1 haben drei der fremden Spielarten den einheimischen Moorroggen geschlagen, die vierte hat ihn nahezu eingeholt. In der Reihenfolge, in der die verschiedenen Spielarten sich nach der Höhe ihres Körnerertrages ordnen, tritt in den verschiedenen Versuchen keine Übereinstimmung auf. Die Durchschnittserträge an Korn aller vier neuen Spielarten bei früher und später Saat sind folgende pro Hektar:

	Frühe Saat	Späte Saat	Moorroggen
Versuch No. 1	1791 *kg*	1881 *kg*	1625 *kg*
„ „ 2	1575 „	1422 „	1375 „
„ „ 3	1507 „	1092 „	1815 „
„ „ 4	2232 „	1900 „	2380 „
„ „ 5	2492 „	2256 „	2759 „
Durchschnitt	1919 *kg*	1710 *kg*	1991 *kg*

[1]) M. FLEISCHER, Protokolle der Central-Moor-Kommission 1892, 27, S. 8.
[2]) S. M. FLEISCHER a. a. O.

Wie im ersten Anbaujahr hat sich auch im zweiten die frühe Aussaat bei den fremden Spielarten, von Versuch No. 1 abgesehen, besser bewährt als die späte.

Das wichtigste Ergebnis der Versuche im 2. Jahre ist, dass die neu eingeführten Spielarten sich schon nach einjährigem Anbau auf Hochmoor so an die eigentümlichen Wachstumsbedingungen auf dem Hochmoorboden gewöhnt haben, dass sie selbst unter ungünstigeren Verhältnissen wie auf Böden in geringerer Kultur oder auf nicht gekalktem Boden der einheimischen Spielart in ihrem Ertrag nahe kommen oder sie sogar einholen.

Die Ergebnisse im Jahre 1892/93 und 1893/94. Die Erträge des 3. und 4. Anbaujahres bestätigen im allgemeinen den aus den Ergebnissen des ersten und zweiten Jahres gezogenen Schluss, dass die fremden Spielarten sich auf dem Hochmoorboden in kurzer Zeit ziemlich gut acclimatisiert haben. Die Unterschiede zwischen früher und später Saatzeit sind, wie nachstehende Tabellen zeigen, im Jahre 1892/93 verschwunden, dagegen im folgenden Jahre wieder sehr gross. Die Durchschnittserträge an Korn bei allen vier fremden Spielarten sind für frühe und späte Saat berechnet und mit denen von Moorroggen in Vergleich gestellt.

1892/93:

	Frühe Saat	Späte Saat	Moorroggen
Versuch No. 6	1987 *kg*	2194 *kg*	2240 *kg*
„ „ 7	2094 „	2097 „	1929 „
„ „ 8	2492 „	2347 „	2905 „
„ „ 9	3182 „	3275 „	3515 „
„ „ 10	2904 „	2779 „	3340 „
Durchschnitt	2532 *kg*	2538 *kg*	2786 *kg*

Bei dem Versuch No. 11, bei dem nur Zeeländer und Schlanstedter Roggen mit dem Moorroggen in Wettbewerb traten und der deshalb in obige Durchschnittsberechnung nicht mit aufgenommen worden ist, hat der Schlanstedter und in noch höherem Masse der Zeeländer Roggen den Moorroggen im Korn- wie Strohertrag überholt. Auf das Verhalten der einzelnen Varietäten wird bei Besprechung des Gesamtergebnisses noch eingegangen werden.

Für das Jahr 1893/94 stellen sich die Durchschnitte für die neuen Sorten im Vergleich zu Moorroggen wie folgt.

1893/94:

	Frühe Saat	Späte Saat	Moorroggen
Versuch No. 12 . . .	1682 *kg*	1314 *kg*	1850 *kg*
„ „ 13 . . .	2074 „	1624 „	2185 „
„ „ 14 . . .	1900 „	1234 „	1617 „[1])
Durchschnitt	1885 *kg*	1391 *kg*	1884 *kg*

[1]) Die Durchschnittsertragsberechnung für Moorroggen bei Versuch No. 14 ist, weil der kleinere Teil der Parzellen auf der trockneren Fläche lag (s. S. 93), etwas zu günstig für denselben ausgefallen.

Die Durchschnittserträge für den Moorroggen sind im Jahre 1893/94 nicht höher als die der fremden Spielarten bei früher Saat, während in dem für Roggen sehr viel günstigeren Jahre 1892/93 die fremden Sorten hinter dem Moorroggen im Durchschnitt nicht unbeträchtlich zurückbleiben. Auf das Wiederauftreten grosser Unterschiede im Ertrag im Jahre 1893/94 bei früher und später Saat ist oben schon hingewiesen worden. Die Witterung und eine Anzahl anderer Faktoren werden alle diese Verhältnisse in hohem Grade beeinflussen, ohne dass es möglich ist, die Wirkung des einen oder anderen zu ermitteln oder zu begrenzen. Allgemeiner gültige und praktisch verwertbare Zahlen wird nur die Berechnung der Durchschnittserträge einer grösseren Reihe von Jahren liefern können, wie sie bei der Besprechung des Gesamtergebnisses der Roggen-Anbauversuche angestellt werden soll.

Die Ergebnisse des Jahres 1894/95. Bei Versuch No. 15 wurde wiederum frische Originalsaat benutzt, während zu Versuch No. 16 auf dem Moor gezogenes Saatgut diente. Infolgedessen können die beiden Versuche nicht ohne weiteres zu einer Durchschnittsberechnung benutzt werden. Für die einzelnen stellen sich die Erträge der fremden Sorten zu denen des Moorroggens im Durchschnitt wie folgt:

	Frühe Saat	Späte Saat	Moorroggen
Versuch No. 15 . . .	1773 *kg*	1780 *kg*	2558 *kg*
„ „ 16 . . .	1824 „	1890 „	1657 „

Wir gehen wohl nicht fehl, wenn wir die grossen Unterschiede im Körnerertrag der fremden Sorten und des Moorroggens bei Versuch No. 15, die nach dem ersten Anbaujahre in keinem Falle in der Höhe sich bemerkbar gemacht haben, auf den Umstand zurückführen, dass noch nicht auf dem Moor heimisch gewordenes Saatgut verwendet wurde. Wäre der Versuch No. 15 auf einem Acker in geringerem Kulturzustande angestellt worden, so würde der Ertrag der fremden Sorten in diesem Falle wahrscheinlich noch geringer gewesen sein.

Wenn die fremden Sorten bei Verwendung neu eingeführten Saatgutes in Versuch No. 15 nicht sehr weit hinter dem Ertrag derselben Sorten bei Gebrauch auf dem Moore erzielter Saat in Versuch No. 16 zurückstehen, obwohl dieser Versuch ausserdem noch auf einem Veenacker in sehr alter, guter Kultur angestellt wurde, wo namentlich Frostschäden gewöhnlich weniger schädigend auftreten, so liegt das wahrscheinlich daran, dass im letztgenannten Falle irgend welche nicht näher bestimmbare ungünstige Wachstumsbedingungen für den Roggen überhaupt geherrscht haben. Auch der Ertrag des Moorroggens ist hier verhältnismässig gering geblieben und geringer gewesen, als der der fremden Spielarten.

Die Ergebnisse im Jahre 1895/96. In allen Fällen wurde in diesem Jahre auf dem Moor geerntete Saat verwendet. Die Durchschnittszahlen für die Erträge der 4 fremden Sorten und des Moorroggens sind folgende:

		Frühe Saat	Späte Saat	Moorroggen
Versuch No.	17 . . .	1655 *kg*	1458 *kg*	2051 *kg*
„ „	18 . . .	2525 „	2459 „	2525 „
„ „	19 . . .	1485 „	1275 „	1860 „
„ „	20 . . .	1518 „	1430 „	1690 „
„ „	21 . . .	1092 „	1275 „	1575 „
„ „	22 . . .	1390 „	1221 „	1640 „
	Durchschnitt	1611 *kg*	1519 *kg*	1890 *kg*

Der Moorroggen hat sich mithin in diesem Jahre den anderen Arten überlegen gezeigt. Dort, wo eine hohe Roggenernte im allgemeinen erzielt worden ist, wie bei Versuch No. 18, zeigt sich nur bei später Saat ein geringer Unterschied im Ertrag zu Ungunsten der fremden Sorten. Im Durchschnitt der Versuche bleibt der Ertrag bei später Saat hinter dem bei früher zurück. Bei Versuch No. 21 und 22 ist bei den fremden Sorten überhaupt im allgemeinen eine schlechte Ernte erzielt worden, ausgenommen Schlanstedter Roggen, der den höchsten Ertrag auf beiden Versuchsflächen gebracht hat.

In den folgenden Tabellen sind die Erträge der angebauten Spielarten im Durchschnitt aller Versuche überhaupt, sowie bei später und früher Aussaat berechnet zusammengestellt. Die Zahlen bedeuten Kilogramm pro Hektar.

	Korn	Stroh
Moorroggen	2153 *kg*	5145 *kg*
Johannisroggen	1827 „	4597 „
Zeeländer Roggen	1955 „	4576 „
Probsteier „	1847 „	4524 „
Schlanstedter Roggen . . .	1977 „	4692 „

	Späte Saat		Frühe Saat	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh
Moorroggen	— *kg*	— *kg*	2153 *kg*	5145 *kg*
Johannisroggen	1733 „	4343 „	1920 „	4851 „
Zeeländer Roggen	1895 „	4441 „	1987 „	4717 „
Probsteier „ . . .	1825 „	4448 „	1869 „	4601 „
Schlansteder Roggen . . .	1833 .,	4427 „	2105 „	4986 „

Nach diesen aus mehr als 20 Einzelversuchen in fünf Jahren berechneten Durchschnitten ist der Moorroggen allen anderen Spielarten im allgemeinen bedeutend überlegen gewesen. Berücksichtigt man bei der Durchschnittsberechnung die frühe oder späte Saatzeit, so kann allein der Schlanstedter Roggen erfolgreich mit dem Moorroggen in Wettbewerb treten. Der Durchschnittsertrag an Korn ist auch hier immer noch um 48 *kg* pro Hektar geringer, als beim Moorroggen, der an Stroh um 169 *kg*. Der Durchschnittsertrag des Moorroggens überhaupt ist recht befriedigend (nahezu 11 Ctr. pro Morgen). Die Vorteile der frühen Saat für die fremdeingeführten Spielarten kommen in den Durchschnittserträgen sehr klar

zum Ausdruck. Das Verhältnis von Korn und Stroh ist weder bei den verschiedenen Spielarten, noch bei verschiedener Aussaatzeit sehr verschieden, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	Späte Saat	Frühe Saat
	Korn	Stroh
Moorroggen	—	1 : 2,39
Johannisroggen	1 : 2,51	1 : 2,53
Zeeländer Roggen	1 : 2,34	1 : 2,38
Probsteier „	1 : 2,44	1 : 2,46
Schlanstedter Roggen	1 : 2,42	1 : 2,37

Von Interesse ist es noch, die Durchschnittserträge auf den nicht gekalkten und auf den gekalkten Flächen, soweit solche vergleichbar sind, einander gegenüberzustellen.

Pro Hektar wurden im Durchschnitt von fünf Versuchen geerntet:

	Nicht gekalkte Fläche		Gekalkte Fläche	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh
Moorroggen	2001 *kg*	4996 *kg*	2282 *kg*	6052 *kg*
Johannisroggen	1445 „	4068 „	1863 „	4726 „
Zeeländer Roggen	1619 „	4222 „	2096 „	4987 „
Probsteier „	1407 „	3885 „	2058 „	5123 „
Schlanstedter Roggen	1816 „	4094 „	1962 „	4851 „

Wenn der Ertrag der einzelnen Spielarten auf den nicht gekalkten Flächen an Korn und Stroh gleich 100 gesetzt wird, so ergeben sich für die entsprechenden Erträge auf den gekalkten Flächen folgende Zahlen:

	Gekalkte Fläche	
	Korn	Stroh
Moorroggen	114	121
Johannisroggen	129	116
Zeeländer Roggen	129	118
Probsteier „	146	133
Schlanstedter Roggen	108	118

Eine Wirkung der Kalkung tritt also bei allen Sorten hervor, beim Moorroggen sogar noch stärker, als bei dem Schlanstedter. Das im ersten, hier nicht berücksichtigten Anbaujahr auf nicht gekalktem Boden hervortretende starke Übergewicht des Moorroggens über die fremden Spielarten wird also mit dauerndem Anbau sehr zu Ungunsten des Moorroggens verschoben. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass die nicht gekalkte Fläche altes, seit vielen Jahren mit Stalldünger gedüngtes Kulturland war, und dass durch die alljährlich während der Versuchsdauer wiederholten starken Thomasphosphatmehldüngungen nicht unbeträchtliche Mengen Kalk dem Boden zugeführt worden sind. Wir werden auf diesen Gegenstand noch bei Erörterung der weiter unten beschriebenen Versuche über die Wirkung von kalkhaltigen Meliorationsmitteln auf Hochmoorboden zurück-

kommen müssen. *Eine sehr deutlich bemerkbare Wirkung der Kalkzufuhr ist jedenfalls auch hier auf altem Kulturland in Übereinstimmung mit den früheren Erfahrungen der Moor-Versuchs-Station zu verzeichnen.*

Als praktisch wichtigstes Ergebnis der Anbauversuche ist das hervorzuheben, dass der Schlanstedter Roggen von den geprüften Spielarten weitaus am meisten für den Anbau auf Hochmoorboden geeignet ist, vorausgesetzt, dass er frühzeitig genug gesäet wird. Er kommt im Durchschnit im Körnerertrag der auf dem Moore heimischen Sorte, dem Moorroggen, ziemlich nahe und hat sie nicht selten unter besonders günstigen Umständen sogar erheblich überholt. Dieser Thatsache ist von seiten der Moorkolonisten insofern Rechnung getragen worden, als sie von vornherein lange vor der Beendigung der geschilderten Versuche auf Grund der auf den Versuchsfeldern der Station gemachten Beobachtungen mit Vorliebe seitdem neben ihrem Moorroggen den Schlanstedter zum Anbau heranziehen. Auch auf dem neuen Versuchsfeld der Moor-Versuchs-Station im Maibuscher Moor ist in den Fruchtfolgeversuchen neben Moorroggen der Schlanstedter Roggen in grösserem Umfang mit bestem Erfolg seit zwei Jahren gebaut worden. Es sollen jedoch in Zukunft noch andere Sorten zu den Anbauversuchen benützt werden unter Versuchsbedingungen, bei denen eine Bastardierung der einzelnen Spielarten möglichst vermieden wird.

III. Versuche über die Verwendung von Sand auf Hochmoorboden.

Nachfolgende Versuche bilden die unmittelbare Fortsetzung der im 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station unter II B beschriebenen Feldversuche *auf nicht ausgetorftem, in Stalldungkultur befindlichem* Hochmoor.[1] Betreffs der Einzelheiten des Versuchsplanes und dessen Ausführung sei auf die angegebene Stelle verwiesen und hier nur das zum Verständnis des folgenden Unerlässliche angeführt.

In den Moorgebieten, in denen eine starke Brenntorfgewinnung statthat und dadurch die Möglichkeit geschaffen wird, leicht den Untergrundsand unter dem Moore zu erlangen, wird dieser mit Vorliebe sowohl auf dem abgetorften, nach Art der holländischen Veenkultur behandelten, als auch auf dem nicht abgetorften Hochmoorboden verwendet in der Weise, dass die Oberflächenschicht des Kulturlandes bis auf Krumentiefe mit einer 10 bis 15 *cm* mächtigen Schicht aufgebrachten Sandes gemischt wird. Man hatte dort eben schon seit langem erkannt, dass die Beimischung des Sandes zum Moorboden namentlich die Gefahr der Spätfröste im Frühjahr und der Dürre im Sommer vermindert. Durch die Untersuchungen von Fleischer, König und Seyfert,[2] ferner durch die Arbeiten von Wollny[3] sind die Gründe dieser Erscheinungen aufgedeckt worden. In anderen Moorgebieten, wie z. B. dem Hellweger Moor, in dem das Verfahren nur vereinzelt be-

[1] M. Fleischer, a. a. O. S. 174.

[2] 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Vers.-Stat. 1891.

[3] E. Wollny, Forschungen aus dem Gebiete der Agrikulturphysik 17, 1894, S. 229, ferner: Die Zersetzung der organ. Stoffe und die Humusbildung. Heidelberg 1897, S. 368.

nützt wurde, war man dagegen nach anfänglichen, jedoch bald in das Gegenteil umschlagenden Erfolgen völlig von demselben zurückgekommen. Die vergleichenden Versuche auf mit Sand gemischtem und reinem Hochmoorboden wurden in erster Linie in der Absicht eingeleitet, die Gründe des beobachteten Misserfolges aufzufinden.

Das Hauptergebnis der bis zum Jahre 1891 angestellten Versuche wird von FLEISCHER[1]) wie folgt zusammengefasst:

*„Das in manchen Hochmoor-Kolonien herrschende Misstrauen gegen das Vermischen der Mooroberfläche mit Sand ist unberechtigt, wenn die besandeten Flächen genügend entwässert sind und durch genügend tiefes Pflügen dafür gesorgt wird, dass nicht die Sand**misch**kultur allmählich in eine Sand**deck**kultur sich verwandelt."*

Das Ergebnis der nach 1891 ausgeführten Versuche ist zunächst hierunter mitgeteilt.

1. **Versuch No. 1** (s. 3. Bericht S. 174).
2. Eb und F, jedoch mit 4000 *kg* gebranntem Kalk versehen.
3. JOH. STEGMANN in Schanzendorf, Hellweger Moor.
4. Das Feld wurde seit 1886 zu dem Versuch benutzt, es war vorher seit langen Jahren unter Zuhilfenahme von Stalldünger bewirtschaftet worden und in guter Kultur.
5. 18 Parzellen zu 1 *a*, 2 Restparzellen zu 0,5 *a* (9a und 18a). Parzellen 1—9a mit Sand gemischt, Parzellen 10—18a reines Hochmoor.

8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Parzellen 1, 2, 3, 10, 11, 12, 4, 5, 6, 13, 14, 15 150 *kg* Kali und 100 *kg* Phosphorsäure, ausserdem Parzellen 1—3, 10—12 30 *kg* Stickstoff, Parzellen 7—9a, 16—18a 70000 *kg* Stalldünger.
10. Parzellen 1—3, 10—12 Kartoffeln, Parzellen 4—6, 13—15 Kleegras, 7—9a, 16—18a Winterroggen.
11. a) Parzellen 1—3, 10—12 Winterroggen, Parzellen 4—6, 13—15 Kleegras (1 Schnitt), Parzellen 7—9a, 16—18a Kartoffeln in Stalldünger. b) Roggen 16. Oktober 1891, Kartoffeln 4. Mai 1892. c) Roggen 155 *kg*, Kartoffeln 989 *kg*. d) Parzellen 1—3 30. Juli, 10—12 2. August. e) Parzellen 1—3, 10—12 8. August, 7—9a, 16—18a 28. und 29. September 1892.

13. 13. Dezember 1891: Der Roggen ist gleichmässig aufgegangen. 4. April 1892: Der Roggen auf dem besandeten Moor hat dunklere Farbe und einen gleichmässigeren Bestand. 20. Mai: Die Farbe des Roggens auf dem besandeten Moor ist heller, als auf dem reinen Hochmoor. 17. Juni: *Auf dem reinen Hochmoor sind die Kartoffeln in der Nacht vom 15. zum 16. durch Frost stark beschädigt, auf dem besandeten Hochmoor dagegen vom Frost völlig verschont geblieben.* Der Klee war stark ausgewintert.

[1]) a. a. O. S. 182.

14.

Erträge in kg pro ha.

Roggen.

Parzelle	Besandete Fläche Korn	Stroh	Parzelle	Nicht besandete Fläche Korn	Stroh
1	1900	4520	10	2350	5120
2	1550	4270	11	2150	5070
3	1800	4620	12	2035	4720
Mittel	**1750**	**4470**	Mittel	**2178**	**4970**

Kleegras.

Parzelle	Besandete Fläche lufttrocken	Parzelle	Nicht besandete Fläche lufttrocken
4	1710		860
5	1960		810
6	1300		750
Mittel	**1657**	Mittel	**807**

Kartoffeln.

Parzelle	Besandete Fläche	Parzelle	Nicht besandete Fläche
7	29 100	16	20 090
8	30 130	17	20 420
9	28 400	18	19 280
9a	30 540	18a	18 820
Mittel	**29 543**	Mittel	**19 653**

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Parzellen 1—3, 10—12 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, Parzellen 4—6, 7—9a, 13—15, 16—18a desgl., ausserdem noch 30 *kg* Stickstoff.

10. Parzellen 1—3, 10—12 Roggen, Parzellen 4—6, 13—15 Klee und Gras (1 Schnitt), Parzellen 7—9a, 16—18a Kartoffeln.

11. a) Parzellen 1—3, 10—12 Erbsen, Parzellen 4—6, 13—15 Roggen, Parzellen 7—9a, 16—18a Hafer mit Untersaat von Klee und Gras.

12. Parzellen 1—3, 10—12: Nach der Roggenernte flach gepflügt, später geeggt, im Oktober tief zur Saat gepflügt. Parzellen 4—6, 13—15: Nach dem 1. Kleeschnitt flach gepflügt, später öfters geeggt, im Oktober tief zur Saat gepflügt. Parzellen 7—9a, 16—18a: Nach dem Ausnehmen der Kartoffeln tief zur Saat gepflügt, den Kunstdünger auf die rauhe Furche gestreut.

13. 8. Juni: Die Erbsen sind auf dem besandeten Land länger und kräftiger, die herrschende Dürre scheint hier weniger schädlich zu wirken, als auf den nicht übersandeten Parzellen. Auch der Roggen steht auf der besandeten Fläche besser.

14.

Erträge in kg pro ha.

Erbsen.

Parzelle	Besandete Fläche Korn	Stroh	Parzelle	Nicht besandete Fläche Korn	Stroh
1	1500	2450	10	820	1650
2	1300	2250	11	550	1550
3	1120	1950	12	520	1450
Mittel	**1307**	**2217**	Mittel	**630**	**1550**

Erträge in kg pro ha.

Parzelle	*Besandete Fläche*		*Parzelle*	*Nicht besandete Fläche*	
		Roggen.			
4	2020	4470	13	1820	3800
5	2000	4200	14	1800	3950
6	1950	4100	15	1720	3750
Mittel	**1990**	**4257**	Mittel	**1780**	**3833**
		Hafer und Klee.			
7	600	1950	16	750	2350
8	500	1950	17	500	1900
9	450	1800	18	500	2000
9a	400	1700	18a	500	2100
Mittel	**488**	**1850**	Mittel	**562**	**2088**

8. *Versuchsjahr 1893/94.*

9. Parzellen 1—3, 10—12 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 45 *kg* Stickstoff, Parzellen 7—9a, 16—18a 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, Parzellen 4—6, 13—15 Stalldünger.

10. Parzellen 1—3, 10—12 Erbsen, Parzellen 4—6, 13—15 Roggen, Parzellen 7—9a, 16—18a Kleegras.

11. a) Parzellen 1—3, 10—12 Roggen, Parzellen 4—6, 13—15 Kartoffeln in Stalldünger, Parzellen 7—9a, 16—18a Kleegras (2 Schnitte).

14.

Erträge in kg pro ha.

Parzelle	*Besandete Fläche*		*Parzelle*	*Nicht besandete Fläche*	
		Roggen.			
	Korn	Stroh		Korn	Stroh
1	2160	5000	10	1940	4100
2	1940	4480	11	1660	3750
3	1890	4300	12	1360	3400
Mittel	**1997**	**4593**	Mittel	**1653**	**3750**

Kartoffeln.

4	20 900	13	17 300
5	23 300	14	19 000
6	22 300	15	18 100
Mittel	**22 167**	Mittel	**18 133**

Klee und Gras.

	1. Schn.	2. Schn.	Summa		1. Schn.	2. Schn.	Summa
7	7800	9650	17 450	16	3500	2325	5825
8	5500	6900	12 400	17	3550	2075	5625
9	5600	5800	11 400	18	3100	1640	4740
9a	5200	7500	12 700	18a	2400	3160	5560
Mittel	**6025**	**7463**	**13 488**	Mittel	**3138**	**2300**	**5438**

8. *Versuchsjahr 1894/95.*

9. Parzellen 1—3, 10—12 60 000 *kg* Stalldünger, Parzellen 4—6, 13—15 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 15 *kg* Stickstoff, Parzellen 7—9 a, 16—18 a 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure.

10. Parzellen 1—3, 10—12 Roggen, Parzellen 4—6, 13—15 Kartoffeln, Parzellen 7—9 a, 16—18 a Kleegras.

11. a) Parzellen 1—3, 10—12 Kartoffeln, Parzellen 4—6, 13—15 Hafer mit Untersaat von Klee und Gras, Parzellen 7—9 a, 16—18 a Kleegras (1 Schnitt).

14. *Erträge in kg pro ha.*

Parzelle	*Besandete Fläche*		*Parzelle*	*Nicht besandete Fläche*	
	Kartoffeln.				
1	20 010		10	23 930	
2	26 790		11	22 395	
3	23 295		12	19 240	
	Mittel **23 365**			Mittel **21 855**	
	Hafer.				
	Korn	Stroh		Korn	Stroh
4	1400	2950	13	1150	2900
5	1150	2730	14	900	2400
6	970	2580	15	1150	2730
	Mittel **1173**	**2753**		Mittel **1067**	**2677**
	Kleegras.				
7	17 250		16	11 175	
8	15 000		17	11 925	
9	13 400		18	11 080	
9 a	9 840		18 a	9 560	
	Mittel **13 873**			Mittel **10 935**	

8. *Versuchsjahr 1895/96.*

9. Parzellen 1—3, 10—12 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure und 45 *kg* Stickstoff, Parzellen 7—9 a, 16—18 a desgleichen, Parzellen 4—6, 13 bis 15 150 *kg* Kali und 125 *kg* Phosphorsäure.

10. Parzellen 1—3, 10—12 Kartoffeln in Stalldünger, Parzellen 4—6, 13—15 Hafer mit Klee, Parzellen 7—9 a, 16—18 a Kleegras 1 Schnitt.

11. a) Parzellen 1—3, 10—12, 7—9 a, 16—18 a Roggen, Parzellen 4—6, 13—15 Erbsen, auf Parzellen 1—3, 10—12 Untersaat von Klee und Gras.

13. 9. April: Roggen nach Klee steht auf der besandeten Fläche besser, als auf der nicht besandeten; bei dem Roggen nach Kartoffeln verhält es sich umgekehrt. 22. April: Der Roggen auf Parzelle 1 ist sehr kümmerlich.

14. *Erträge in kg pro ha.*

Parzelle	*Besandete Fläche*		*Parzelle*	*Nicht besandete Fläche*	
	Roggen.				
	Korn	Stroh		Korn	Stroh
2	1185	3760	10	1450	4275
3	1350	4320	11	1300	3990
	Mittel **1267**	**4040**	12	1210	4030
				Mittel **1320**	**4098**

Erträge in kg pro ha.

Parzelle	*Besandete Fläche* Korn	Stroh	*Parzelle*	*Nicht besandete Fläche* Korn	Stroh
		Erbsen.			
4	220	1510	13	165	1250
5	235	2020	14	270	1540
6	320	2290	15	300	1570
Mittel	**258**	**1940**	Mittel	**245**	**1453**
		Roggen.			
7	1350	4600	16	915	3600
8	1400	4325	17	1055	3725
9	1300	4380	18	1185	4110
9a	1350	4500	18a	1000	3520
Mittel	**1350**	**4451**	Mittel	**1039**	**3739**

8. *Versuchsjahr 1896/97.*
9. 150 *kg* Kali und 100 *kg* Phosphorsäure, ausserdem Parzellen 4—6, 13—15 45 *kg* Stickstoff.
10. Parzellen 1—3, 10—12, 7—9a, 16—18a Roggen, Parzellen 4—6, 13 bis 15 Erbsen.
11. a) Parzellen 1—3, 10—12 Klee und Gras, Parzellen 4—6, 13—15 Roggen, Parzellen 7—9a, 16—18a Erbsen.
13. 13. März: Der Roggen steht auf der besandeten Fläche besser, als auf der nicht besandeten. 19. Juli: Kleegras steht auf dem besandeten Stück ebenfalls bedeutend besser, als auf dem nicht besandeten.
14.

Erträge in kg pro ha.

Parzelle	*Besandete Fläche* 1. Schnitt	2. Schnitt	Summe	*Parzelle*	*Nicht besandete Fläche* 1. Schnitt	2. Schnitt	Summe
		Klee und Gras (frisch).					
1	20 700	9700		10	9 200	7000	
2	21 100	6750		11	16 100	5160	
3	16 000	4200		12	9 200	4350	
Mittel	**19 266**	**6883**	**26149**	Mittel	**11 500**	**5503**	**17 003**

Parzelle	Korn	Stroh	*Parzelle*	Korn	Stroh
		Roggen.			
4	1540	4340	13	1260	3520
5	1800	4900	14	1415	4060
6	1650	4700	15	1400	4100
Mittel	**1663**	**4646**	Mittel	**1358**	**3893**
		Erbsen.			
7	750	1800	16	870	2340
8	640	2030	17	850	2050
9	900	2520	18	860	2260
9a	870	1300	18a	550	1110
Mittel	**790**	**1913**	Mittel	**783**	**1940**

Die folgende Zusammenstellung enthält die durchschnittlichen Erträge der Parallelparzellen in den einzelnen Versuchsjahren, ferner die Zahlen für die Erträge der besandeten Parzellengruppen, wenn die der zugehörigen nicht besandeten gleich 100 gesetzt werden.

Jahr	Angebaute Frucht	Vorfrucht	Erträge in *kg* pro *ha*: *Nicht besandete* Fläche, Knollen oder Korn	*Nicht besandete* Fläche, Stroh	*Besandete* Fläche, Knollen oder Korn	*Besandete* Fläche, Stroh	Ertrag der *nicht besandeten* Fläche = 100: Knollen oder Korn	Stroh
1891/92	Roggen	Kartoffeln	2 178	4970	1 750	4470	80	90
	Kleegras 1 Schnitt (lufttrocken) . . .	Kleegras	807		1 657		205	
	Kartoffeln	Roggen	19 653		29 543		150	
1892/93	Erbsen	Roggen	630	1550	1 307	2217	207	143
	Roggen , ...	Kleegras	1 780	3833	1 990	4257	112	111
	Hafer mit Klee u. Gras	Kartoffeln	562	2088	488	1850	87	88
1893/94	Roggen	Erbsen	1 653	3750	1 997	4593	121	122
	Kartoffeln	Roggen	18 133		22 167		122	
	Klee und Gras . . .	Hafer	1. Schnitt 3 138	2. Schnitt 2300	1. Schnitt 6 025	2. Schnitt 7463	192	325
			5 438		13 488		248	
1894/95	Kartoffeln	Roggen	21 855		23 365		107	
	Hafer	Kartoffeln	1 067	2677	1 173	2753	110	103
	Klee u. Gras 1 Schnitt	Kleegras	10 935		13 873		127	
1895/96	Roggen	Kartoffeln	1 320	4098	1 267	4040	96	99
	Erbsen	Hafer	245	1453	258	1940	105	134
	Roggen	Kleegras	1 039	3739	1 350	4451	130	119
1896/97	Klee und Gras . . .	Roggen	1. Schnitt 11 500	2. Schnitt 5503	1. Schnitt 19 266	2. Schnitt 6883	168	125
			17 003		26 149		154	
	Roggen	Erbsen	1 358	3893	1 663	4646	122	119
	Erbsen	Roggen	783	1940	790	1913	101	99

In 3 Fällen von 18 sind die Erträge auf der besandeten Fläche niedriger, in einem ist der Unterschied sehr gering (Erbsen 1896/97), in allen übrigen sind die Ernten auf der besandeten Fläche grösser und nicht selten sehr viel höher, als auf dem reinen Moor. Auf welche Umstände die Rückschläge im Ertrag auf besandetem Moor zurückzuführen sind, ist schwer zu entscheiden; auffallenderweise treten dieselben unter Umständen auf, die vermuten lassen, dass andere nicht zu ermittelnde Faktoren, nicht die Bodenbeschaffenheit als solche, hierbei gewirkt haben. So lieferte Roggen im Jahre 1895/96 auf dem einen Drittel des besandeten Moores eine, wenn auch nur wenig geringere Ernte, als auf dem nicht besandeten, auf einem zweiten Drittel war dagegen der Ertrag auf dem besandeten Moor beträchtlich höher. Es ist wahrscheinlich, ebenso wie im Jahre 1891/92, bei Roggen

eine besondere Schädigung des Ertrages auf demselben Feldstück des besandeten Moores eingetreten. Im Jahre 1892/93 ist bei Hafer der Ertrag des besandeten Moores geringer als des nicht besandeten. Da jedoch auf beiden Flächen nur eine Missernte an Hafer erzielt wurde, ist diesem Falle kein allzugrosses Gewicht beizulegen. Bei den älteren Versuchen trat im Jahre 1890 auf den besandeten Flächen ein deutlicher Rückgang der Erträge hervor, dessen Ursache von FLEISCHER[1]) darin gesucht wurde, dass infolge der energischen Oxydation der Moorsubstanz in dem Moorsandgemisch dasselbe immer ärmer an solcher geworden sei, weil nicht durch tieferes Pflügen immer wieder Moor aus dem Untergrund in die Ackerschicht gebracht worden sei. So sei die Veenkultur oder Sandmischkultur allmählich in eine Sanddeckkultur übergegangen. Da bekanntlich das mit Sand bedeckte Moor eine stärkere Entwässerung verlangt als das mit Sand gemischte, das ebenfalls wieder stärker entwässert werden muss als das reine Moor, so seien wahrscheinlich mit der Dauer des Versuches die Entwässerungsverhältnisse für das besandete Moor immer ungünstiger geworden, je mehr sich die Sandmischkultur in eine Sanddeckkultur umwandelte und darauf der Rückgang der Erträge zurückzuführen. In der Folge wurde durch tiefes Pflügen dafür gesorgt, dass ein genügendes Quantum Moorsubstanz in der Oberflächenschicht erhalten blieb; in einzelnen Jahren wurde sogar eine besonders tiefe Bearbeitung mit dem Spaten vorgenommen, da das Pflügen nicht die befriedigende Wirkung nach der Richtung hatte. Am Ende der Versuchszeit war thatsächlich die Oberflächenschicht der Sandmischkultur von durchaus normaler Beschaffenheit und reich an Moormasse. Wenn auf dem Versuchsfeld, obwohl die Entwässerung der besandeten Flächen nicht stärker war als die der nicht besandeten, schädliche Wirkungen einer unzureichenden Entwässerung auf der erstgenannten nicht hervortraten, so liegt das darin begründet, dass das betreffende Kolonat überhaupt schon ausnahmsweise stark entwässert ist, ein Umstand, auf den schon von FLEISCHER hingewiesen worden ist. Im allgemeinen ist das Ergebnis der letzten 6 Jahre des Versuches dasselbe, wie das der früheren. *Die Besandung, d. h. das Vermischen der Mooroberfläche mit Sand hat auf das Gedeihen der angebauten Früchte recht günstig gewirkt.* Besonders in Jahren, in denen Spätfröste die eine oder andere Frucht geschädigt haben (Kartoffeln 1891/92), macht sich der günstige Einfluss der Besandung sehr bemerkbar. Die Erträge, namentlich der eine grössere Feuchtigkeit liebenden Früchte (Klee und Gras), sind auf der besandeten Fläche des Versuchsfeldes durchgehends beträchtlich höher als auf der nicht besandeten.[2])

Bei den früheren Versuchen war die merkwürdige Beobachtung gemacht worden, *dass durch die Besandung des Moores das Verhältnis zwischen Korn und Stroh in den Erträgen ein engeres wurde.* Für die Versuche

[1]) A. a. O. S. 181.

[2]) Hierbei ist allerdings auch zu berücksichtigen, dass der Klee auf den besandeten Flächen weniger auszuwintern pflegt, als auf den nicht besandeten und auch dadurch die höheren Erträge der erstgenannten mit verursacht sind.

nach 1891 sind die betreffenden Verhältniszahlen in der hierunter folgenden Zusammenstellung enthalten:

Versuchsjahr	Frucht	Verhältnis von Korn zu Stroh auf der nicht besandeten Fläche	Verhältnis von Korn zu Stroh auf der besandeten Fläche
1891/92	Roggen	1 : 2,28	1 : 2,55
1892/93	Erbsen	1 : 2,46	1 : 1,70
	Roggen	1 : 2,15	1 : 2,14
	Hafer	1 : 3,71	1 : 3,79
1893/94	Roggen	1 : 2,27	1 : 2,30
1894/95	Hafer	1 : 2,51	1 : 2,35
1895/96	Roggen	1 : 3,10	1 : 3,19
	Erbsen	1 : 5,93	1 : 7,50
	Roggen	1 : 3,60	1 : 3,30
1896/97	Roggen	1 : 2,87	1 : 2,79
	Erbsen	1 : 2,48	1 : 2,42

Wenn wir von den Fällen absehen, in denen an Korn eine Missernte gemacht worden ist (Erbsen und in einzelnen Fällen Hafer), so tritt ein Unterschied in dem Sinne der älteren Beobachtungen zwischen nicht besandetem und besandetem Moor nicht hervor. Bei Roggen ist in 3 von 5 Fällen das Verhältnis von Korn zu Stroh auf dem nicht besandeten Moor ein engeres, als auf dem besandeten, in den meisten Fällen der Unterschied nach der Richtung überhaupt sehr gering und nicht entfernt so gross, als bei den früheren Versuchen. Es ist nicht möglich, für die Verschiedenheit der älteren und neueren Versuchsresultate einen auch nur wahrscheinlichen Grund zu finden. Die Fortsetzung der Versuche auf dem neuen Versuchsfelde der Moor-Versuchs-Station im Maibuscher Moor wird vielleicht eine Aufklärung hierüber liefern.

Die Versuche mit verschiedenen Roggenspielarten (s. S. 82), die zum Teil auf besandetem Land, zum Teil auf reinem Hochmoor ausgeführt wurden, können übrigens ebenfalls zur Entscheidung dieser Frage dienen. Soweit die Versuche vergleichbar sind, wurden an Moorroggen durchschnittlich geerntet pro Hektar auf

nicht besandetem Moor (7 Versuche) Korn	Stroh	besandetem Moor (9 Versuche) Korn	Stroh
2007 *kg*	4278 *kg*	2432 *kg*	5984 *kg*
Verhältnis 1 : 2,13		Verhältnis 1 : 2,46	

Hier ist also *auf besandetem Moor der Strohertrag durchschnittlich im Verhältnis zum Kornertrag grösser, als auf dem reinen, nicht mit Sand gemischten Hochmoorboden.*

IV. Versuche über die Wirkung von Stalldünger im Vergleich mit Kunstdünger auf nicht besandetem, nicht abgetorftem Hochmoor.

Schon in den ersten Jahren der Thätigkeit der Moor-Versuchs-Station wurde durch vergleichende Versuche, die als orientierende Versuche im 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station beschrieben sind,[1]) der Beweis erbracht, dass es möglich ist, auf altem Hochmoorackerland ausschliesslich mit künstlichen Düngemitteln denselben Erfolg zu erzielen, wie mit tierischem Dünger. Bei neu kultiviertem Boden wurde, bevor die Grundlagen für die zweckmässige Verwendung des Kunstdüngers auf Hochmoor nach den wichtigsten Seiten erforscht worden waren, mit Kunstdünger allein vielfach ein mehr oder weniger grosser Misserfolg erzielt. Nachdem jedoch durch den Fortschritt in der Erkenntnis der Eigenschaften des Hochmoorbodens und seiner Behandlung zu Acker- und Wiesenbau die Bedingungen für den erfolgreichen Gebrauch der künstlichen Düngemittel in der Hauptsache ermittelt waren, bot es ein besonderes Interesse, durch vergleichende Versuche festzustellen, inwieweit der Kunstdünger auf die Dauer den tierischen Dünger zu ersetzen vermochte. Zugleich damit liess sich beim Anbau verschiedener Früchte ermitteln, für welche der Stalldünger, für welche der künstliche Dünger sich besonders eignet. Versuche dieser Art wurden im Jahre 1886 und 1890 an zwei verschiedenen Stellen auf neu kultiviertem Hochmoor eingeleitet. Die eine der Versuchsflächen war zu Beginn des Versuches durch Brandfruchtbau völlig erschöpft, die andere vor langen Jahren gebrannt worden, hatte dann gelegen und trug vor Beginn des Versuches eine kräftige Heidevegetation.[2]) Bis zum Jahre 1890/91 erhielten bei Versuch No. 1 die Parzellen 1 bis 10 und 21 bis 30 ausschliesslich Kunstdünger, im Jahre 1891/92 Stalldünger und von da ab dauernd Kunstdünger; die Parzellen 11 bis 20 und 31 bis 40 wurden bis 1890/91 allein mit Stalldünger gedüngt, im Jahre 1891/92 mit Kunstdünger und in den darauf folgenden Jahren in gleicher Weise, wie die Parzellen 1 bis 10 und 21 bis 30, mit Kunstdünger. Die Mengen von Kunstdünger wurden ohne Rücksicht auf die in der gleichzeitigen Stalldüngung zugeführten Mengen wichtiger Pflanzennährstoffe nach den anderweitig gemachten Erfahrungen über die zweckmässige Düngung mit künstlichen Düngemitteln bemessen, an Stalldünger zu den verschiedenen Früchten das in den Moorkolonien gebräuchliche, bisweilen recht grosse Quantum (bis 95000 *kg*) pro Hektar aufgebracht.

Bis zum Jahre 1890/91 waren im allgemeinen auf der dauernd bis dahin mit Stalldünger bewirtschafteten Fläche die Erträge an Kartoffeln, Hafer, Klee, Gras und Roggen höher, als auf der Kunstdünger-Fläche, wobei allerdings nicht ausser Acht bleiben darf, dass die Stalldüngung durchschnittlich eine sehr starke gewesen ist. Die Ergebnisse der Versuche seit 1891/92 sind zunächst hierunter zusammengestellt.

[1]) M. FLEISCHER. 3. Bericht über die Arbeiten der M.-V.-St., S. 85 ff.

[2]) Mitteilungen von FLEISCHER über die Ergebnisse des Versuches No. 1 finden sich in den Protokollen der Central-Moor-Kommission von 1887 und den folgenden Jahren.

1. **Versuch No. 1.**
2. C. Zu Beginn des Versuches 1886 war die Fläche durch Brandfruchtbau völlig erschöpft.
3. Joh. Stegmann in Schanzendorf, Hellweger Moor.
4. Seit 1886 zum Versuch benutzt. Parzellen 1—10, 21—30 hatten nur Kunstdünger, Parzellen 11—20, 31—40 nur Stalldünger erhalten bis zum Jahre 1890/91; im folgenden Jahre wurde das Verhältnis umgekehrt, von 1892/93 gleichmässig überall mit Kunstdünger gedüngt.
5. 40 *a*.
6. Vergleich zwischen der Wirkung von Kunstdünger und von Stalldünger.
7. b) Gekalkt mit 4000 *kg* gebranntem Kalk pro Hektar, 1886.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. b) Parzellen 1—10, 21—30 200 *kg* Kali in Kainit, 175 *kg* Phosphorsäure in Thomasmehl, ausserdem Parzellen 1—5, 21—25 60 *kg* Stickstoff in Chilisalpeter, Parzellen 11—20, 31—40 70 000 *kg* Stalldünger pro Hektar.
 c) Kainit und Thomasmehl wurde ausgestreut auf Parzellen 1—5, 21—25, 6—10, 26—30 am 12. November 1891, der Stalldünger auf Parzellen 16—20, 36—40 am 20. November 1891, auf Parzellen 11—15, 31 bis 35 am 4. April, der Chilisalpeter auf Parzellen 1—5, 21—25 am 14. Mai.
10. Parzellen 1—5, 11—15, 21—25, 31—35 Roggen, Parzellen 6—10, 16—20, 26—30, 36—40 Klee und Gras.
11. a) Parzellen 1—5, 11—15, 21—25, 31—35 Kartoffeln, Parzellen 6—10, 16—20, 26—30, 36—40 Klee und Gras. b) Kartoffeln 4. Mai 1892. c) 989 *kg*. e) Kleegras, 1 Schnitt, 18. Juni 1892. Kartoffeln 28. und 29. September 1892.
13. 17. Juni 1892: Die Kartoffeln sind in der Nacht vom 15.—16. Juni völlig abgefroren.
14.

Kartoffeln.

Parzelle	*Ertrag in kg pro ha*	*Mittlerer Ertrag pro ha*
	Kunstdünger, früher Stalldünger.	
1, 2, 3, 4, 5	24 300, 23 730, 22 650, 23 400, 22 880	22 978
21, 22, 23, 24, 25	22 510, 22 320, 22 270, 23 360, 22 360	
	Stalldünger, früher Kunstdünger.	
11, 12, 13, 14, 15	15 470, 19 870, 19 700, 21 475, 21 650	20 823
31, 32, 33, 34, 35	17 350, 21 370, 24 400, 23 780, 23 160	

Klee und Gras.

Parzelle	*Ertrag in kg pro ha*	*Mittl. Ertrag (frische Masse) in kg pro ha*
	Kunstdünger, früher Stalldünger.	
6, 7, 8, 9, 10	11 100, 10 220, 11 450, 12 950, 14 050	14 396
26, 27, 28, 29, 30	17 200, 14 670, 15 850, 19 320, 17 150	
	Stalldünger, früher Kunstdünger.	
16, 17, 18, 19, 20	10 600, 11 450, 10 670, 10 075, 10 450	11 338
36, 37, 38, 39, 40	12 500, 13 580, 11 850, 10 100, 12 100	

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 45 *kg* Stickstoff; auf Parzellen 6—10, 16—20, 26—30, 36—40 irrtümlich 60 *kg* Stickstoff.

10. Parzellen 1—5, 11—15, 21—25, 31—35 Kartoffeln, Parzellen 6—10, 16—20, 26—30, 36—40 Klee und Gras.

11. a) Roggen. b) 18. Oktober 1892. c) 160 *kg* pro Hektar. d) 27. und 28. Juli 1893. e) 11. August 1893.

12. Die im Vorjahr mit Klee und Gras bestandenen Parzellen wurden nach dem ersten Schnitt flach gepflügt, später mehrere Male geeggt und vor der Bestellung tief zur Saat gepflügt, die mit Kartoffeln bepflanzten nach der Ernte sofort tief zur Saat gepflügt.

14.

Roggen.

Parzelle	*Ertrag in kg pro ha*	*Mittlerer Ertrag in kg pro ha* Korn	Stroh
	Vorfrucht Kartoffeln.		
	Früher ausschliesslich mit Stalldünger gedüngt.		
1, 2, 3, 4, 5	2700, 4200 \| 2750, 4350 \| 2800, 4600 \| 2700, 4300 \| 2800, 4900	2810	4615
21, 22, 23, 24, 25	2850, 4650 \| 2800, 4600 \| 2850, 4750 \| 3050, 5000 \| 2800, 4800		
	Früher ausschliesslich mit Kunstdünger gedüngt.		
11, 12, 13, 14, 15	2650, 4200 \| 2500, 3950 \| 2500, 4000 \| 2700, 4000 \| 2850, 4650	2627	4033
31, 32, 33, 34, 35	2520, 4470 \| 2500, 4170 \| 2800, 4570 \| 2550, 4050 \| 2700, 4450		
	Vorfrucht Klee und Gras.		
	Früher ausschliesslich mit Stalldünger gedüngt.		
6, 7, 8, 9, 10	1800, 4600 \| 1700, 5200 \| 2200, 4650 \| 2450, 4550 \| 2450, 4450	2345	4805
26, 27, 28, 29, 30	2300, 5100 \| 2200, 5050 \| 2700, 4850 \| 2950, 5150 \| 2700, 4450		
	Früher ausschliesslich mit Kunstdünger gedüngt.		
16, 17, 18, 19, 20	2750, 4600 \| 2850, 4600 \| 2150, 3950 \| 2250, 3700 \| 2150, 3800	2324	4446
36, 37, 38, 39, 40	2320, 4470 \| 2250, 4100 \| 2100, 3900 \| 2220, 3970 \| 2200, 3770		

8. *Versuchsjahr 1893/94.*

9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.

10. Roggen.

11. a) Kartoffeln. b) 30. April. c) 1071 *kg*. e) 9. und 10. Oktober 1894.

13. Juli: Die Entwicklung des Krautes ist etwas ungleichmässig.

14.

Kartoffeln.

Parzelle	*Ertrag pro ha in kg*	*Mittlerer Ertrag in kg pro ha*
	Früher mit Stalldünger gedüngt.	
1, 2, 3, 4, 5	22 100, 17 950, 18 400, 16 800, 16 800	17 920
6, 7, 8, 9, 10	15 700, 17 800, 18 700, 18 500, 18 000	
21, 22, 23, 24, 25	15 950, 16 300, 16 500, 17 550, 17 600	
26, 27, 28, 29, 30	19 550, 18 900, 18 000, 17 100, 20 200	
	Früher mit Kunstdünger gedüngt.	
11, 12, 13, 14, 15	11 150, 13 000, 13 400, 13 800, 16 900	15 120
16, 17, 18, 19, 20	15 800, 16 300, 14 600, 15 400, 15 800	
36, 37, 38, 39, 40	19 400, 14 900, 16 250, 16 650, 13 450	

8. *Versuchsjahr 1894/95.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 45 *kg* Stickstoff.
10. Kartoffeln.
11. a) Roggen. b) 25. Oktober 1894. c) 150 *kg* pro Hektar. e) 13. und 14. August 1895.
14.

Roggen.

Parzelle	Ertrag pro ha in kg	Mittlerer Ertrag in kg pro ha Korn	Stroh
	Früher mit Stalldünger gedüngt.		
1, 2, 3, 4, 5	1250, 2015 \| 1050, 2250 \| 1155, 2550 \| 1100, 2500 \| 1300, 2830		
6, 7, 8, 9, 10	1720, 3550 \| 1530, 3840 \| 1680, 3550 \| 1580, 2870 \| 1450, 3190	1408	3001
21, 22, 23, 24, 25	1450, 3050 \| 1200, 2450 \| 1325, 2800 \| 1170, 2500 \| 1400, 2975		
26, 27, 28, 29, 30	1525, 3550 \| 1500, 3400 \| 1670, 3500 \| 1500, 3450 \| 1600, 3200		
	Früher mit Kunstdünger gedüngt.		
11, 12, 13, 14, 15	1470, 3050 \| 1200, 2600 \| 1150, 2500 \| 1250, 2650 \| 1180, 2600		
16, 17, 18, 19, 20	1150, 2475 \| 1225, 2580 \| 1300, 2750 \| 1150, 2370 \| 1100, 2300	1222	2629
38, 39, 40	1200, 2750 \| 1275, 2850 \| 1230, 2700		

8. *Versuchsjahr 1895/96.*
9. 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.
10. Roggen.
11. a) Kartoffeln. e) 24. bis 26. September.
13. 3. Juli: *Die Kartoffeln auf Parzellen 11 bis 20, 31 bis 40 haben am 25. Juni stark durch Frost gelitten, während weder sonst auf demselben Kolonat, noch in dem Hellweger Moor überhaupt Schädigungen durch Frost in der betreffenden Nacht bekannt geworden sind.* 19. August: Das Kraut auf den Parzellen 11 bis 20, 31 bis 40 steht sehr schlecht.
14.

Kartoffeln.

Parzelle	Ertrag pro ha in kg	Mittlerer Ertrag in kg pro ha
	Früher mit Stalldünger gedüngt.	
1, 2, 3, 4, 5	18 240, 19 190, 19 140, 19 570, 20 110	
6, 7, 8, 9, 10	24 200, 22 400, 22 030, 21 940, 21 380	20 368
21, 22, 23, 24, 25	16 930, 16 290, 19 390, 20 150, 21 160	
26, 27, 28, 29, 30	21 810, 23 170, 20 770, 20 130, 19 350	
	Früher mit Kunstdünger gedüngt.	
11, 12, 13, 14, 15	4 960, 10 630, 10 230, 12 750, 11 590	
16, 17, 18, 19, 20	11 530, 11 610, 13 350, 11 010, 10 680	12 048
21, 22, 23, 24, 25	5 360, 9 605, 14 555, 15 230, 14 230	
26, 27, 28, 29, 30	13 930, 16 790, 15 380, 13 140, 14 390	

8. *Versuchsjahr 1896/97.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 45 *kg* Stickstoff.
10. Kartoffeln.
11. a) Roggen. b) 26. Oktober 1896. c) 150 *kg* pro Hektar. d) 30. Juli 1897.
13. Der Roggen hat auf einzelnen Teilen der Parzellen 31 bis 40 im Winter durch Nässe gelitten. 23. Juni: In der Mitte des vierten Stückes ist eine Senkung, der Roggen steht hier schlechter und ist stark durch die Moorqueke (Holcus mollis) verunkrautet.

14.

Roggen.

Parzelle	Ertrag pro ha in kg	Mittlerer Ertrag in kg pro ha Korn	Stroh
	Früher mit Stalldünger gedüngt.		
1, 2, 3, 4, 5	1020, 2750 \| 1300, 3100 \| 1320, 3380 \| 1500, 3270 \| 1440, 3620		
6, 7, 8, 9, 10	1660, 3760 \| 1730, 3680 \| 1680, 3840 \| 1500, 3280 \| 1630, 3700	1507	3652
21, 22, 23, 24, 25	1340, 3730 \| 1460, 4180 \| 1330, 3500 \| 1380, 3380 \| 1530, 4300		
26, 27, 28, 29, 30	1740, 4280 \| 1600, 3730 \| 1550, 3790 \| 1560, 3700 \| 1880, 4080		
	Früher mit Kunstdünger gedüngt.		
11, 12, 13, 14, 15	1300, 3440 \| 1180, 3030 \| 1000, 2820 \| 1160, 2950 \| 1020, 3220		
16, 17, 18, 19, 20	1380, 3380 \| 1420, 3460 \| 1270, 3100 \| 1380, 3300 \| 1480, 3470	1218	3225
31, 32, 33, 34, 35	1330, 3640 \| 1200, 3430 \| 1000, 3150 \| 890, 2700 \| 1340, 2930		
36, 37, 38, 39, 40	940, 2700 \| 920, 3000 \| 1350, 3460 \| 1380, 3630 \| 1430, 3700		

1. **Versuch No. 2.**
2. Bodenform B.
3. H. HASTEDT in Friedrichsdorf bei Gnarrenburg.
4. Hat nach dem Brennen lange Zeit gelegen und war mit Heide bestanden.
5. 28 *a*.
6. Wie bei Versuch No. 1.
7. a) Nachdem die Fläche gehackt war, wurde sie im Herbst 1890 mit Minstedter Mergel gemergelt, im nächsten Sommer wiederholt geeggt und gehackt. Auf Parzellen 8—14, 22—28 wurde Kainit und Thomasmehl ausgestreut, auf den übrigen Stalldünger im Frühjahr gegeben und die ganze Versuchsfläche noch einmal tief gehackt.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Parzellen 1—7, 15—21 60 000 *kg* Stalldünger, Parzellen 8—14, 22—28 200 *kg* Kali, 150 *kg* Phosphorsäure und 60 *kg* Stickstoff.
10. Neukultur.
11. a) Kartoffeln. b) 26. und 27. April 1892. c) 13. und 14. Oktober 1892.
14.

Kartoffeln.

Parzelle	Ertrag in kg pro ha	Mittlerer Ertrag in kg pro ha
	Stalldünger.	
1, 2, 3, 4, 5	13 775, 14 150, 14 465, 17 585, 16 495	
6, 7, 15, 16, 17	14 720, 16 540, 13 180, 12 480, 11 820	14 655
18, 19, 20, 21	13 825, 16 040, 15 650, 14 440	
	Kunstdünger.	
8, 9, 10, 11, 12	21 200, 19 900, 18 700, 23 400, 24 260	
13, 14, 22, 23, 24	22 810, 22 470, 22 520, 20 800, 19 310	21 210
25, 26, 27, 28	20 620, 19 020, 19 600, 22 325	

8. *Versuchsjahr 1892/93.*
9. Parzellen 1—7, 15—21 40 000 *kg* Stalldünger, Parzellen 8—14, 22—28 200 *kg* Kali, 150 *kg* Phosphorsäure und 60 *kg* Stickstoff.
10. Kartoffeln.
11. a) Roggen.
13. 30. April 1893: Der Stand des Roggens hat sich, namentlich auf den Stalldüngerparzellen, durch stetige Nachtfröste und kaltes, trocknes Wetter sehr verschlechtert.

14.

Roggen.

Parzelle	*Ertrag in kg pro ha*	*Mittlerer Ertrag in kg pro ha* Korn	Stroh
	Stalldünger.		
1, 2, 3, 4, 5	1850, 3200 \| 1700, 3100 \| 1300, 2300 \| 1600, 2800 \| 1550, 2900		
6, 7, 15, 16, 17	1550, 2900 \| 1650, 2700 \| 1900, 3400 \| 1700, 3200 \| 1550, 2900	1607	2839
18, 19, 20, 21	1450, 2750 \| 1600, 2500 \| 1800, 2800 \| 1300, 2300		
	Kunstdünger.		
8, 9, 10, 11, 12	2450, 3850 \| 2450, 3650 \| 2350, 3150 \| 2700, 3800 \| 2850, 3800		
13, 14, 22, 23, 24	2800, 3900 \| 2550, 3600 \| 2500, 3700 \| 2700, 3850 \| 2650, 3500	2596	3682
25, 26, 27, 28	2400, 3400 \| 2800, 3900 \| 2550, 3650 \| 2600, 3800		

8. *Versuchsjahr 1893/94.*
9. Parzellen 1—7, 15—21 70 000 *kg* Stalldünger pro Hektar, Parzellen 8—14, 22—28 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure und 60 *kg* Stickstoff.
10. Roggen.
11. a) Kartoffeln. b) 11. und 12. Mai 1894. c) 1600 *kg*. e) 1. Oktober 1894.
12. Nach der Roggenernte wurde das Feld flach gehackt, hinterher geeggt, im Herbst tiefer umgehackt, im Frühjahr tief gepflügt und geeggt.
13. Juli: Das Kraut auf den mit Stalldünger gedüngten Parzellen ist üppiger und dunkler gefärbt. Die Kartoffeln sind stellenweise stark von Peronospora befallen.
14.

Kartoffeln.

Parzelle	*Ertrag in kg pro ha*	*Mittlerer Ertrag in kg pro ha*
	Stalldünger.	
1, 2, 3, 4, 5	18 250, 18 550, 20 200, 19 300, 18 650	
6, 7, 15, 16, 17	18 600, 16 950, 12 000, 15 000, 16 200	17 411
18, 19, 20, 21	17 600, 18 250, 17 200, 17 000	
	Kunstdünger.	
8, 9, 10, 11, 12	12 000, 9 000, 11 100, 15 050, 14 250	
13, 14, 22, 23, 24	15 700, 14 050, 11 950, 12 000, 11 900	12 938
25, 26, 27, 28	12 200, 12 100, 13 400, 16 600	

Der Versuch musste leider vorzeitig abgebrochen werden, da der Versuchsansteller sich weigerte, weiterhin die Versuchsfläche vorschriftsgemäss zu bearbeiten.

Die Ergebnisse der Versuche.

In der folgenden Zusammenstellung sind die Erträge der einzelnen Versuchsflächen übersichtlich zusammengestellt, ferner ist eine Berechnung des Ertrages der vorwiegend mit Kunstdünger gedüngten Flächen ausgeführt, indem die Erträge der vorwiegend mit Stalldünger gedüngten in jedem Falle gleich 100 gesetzt sind.

Versuch No. 1.

	Bis 1890 nur mit *Stalldünger*, 1891 und die folgenden Jahre mit Kunstdünger gedüngt			Bis 1890 einschliesslich mit *Kunstdünger* gedüngt, 1891 mit Stalldünger, von da nur mit Kunstdünger		
	Korn		Stroh	Korn		Stroh
1891/92: Kartoffeln		22 978			20 823	
Klee und Gras . .		14 396			11 338	
1892/93: Roggen n. Kartoffeln .	2810		4615	2627		4033
„ nach Kleegras	2345		4805	2324		4446
1893/94: Kartoffeln		17 920			15 120	
1894/95: Roggen	1408		3001	1222		2629
1895/96: Kartoffeln		20 368			12 048	
1896/97: Roggen	1507		3652	1218		3225

Versuch No. 2.

	Stalldünger			Kunstdünger		
	Korn		Stroh	Korn		Stroh
1891/92: Kartoffeln		14 655			21 210	
1892/93: Roggen	1607		2839	2596		3682
1893/94: Kartoffeln		17 411			12 938	

Versuch No. 1.

$\frac{\textit{Ertrag der vorwiegend oder nur mit Kunstdünger gedüngten Fläche} = 100}{\textit{Ertrag der vorwiegend oder nur mit Stalldünger gedüngten Fläche}}$

	Korn		Stroh
1891/92: Kartoffeln		110	
Kleegras		127	
1892/93: Roggen n. Kartoffeln .	107		114
„ nach Kleegras	101		108
1893/94: Kartoffeln		118	
1894/95: Roggen	115		114
1895/96: Kartoffeln		169	
1896/97: Roggen	124		113
Versuch No. 2.			
1891/92: Kartoffeln		69	
1892/93: Roggen	62		77
1893/94: Kartoffeln		135	

Die Zusammensetzung des in verschiedenen Jahren verwendeten Stalldüngers zeigt ziemlich grosse Unterschiede. In dem Stalldünger wurden die folgenden Mengen an Stickstoff, Phosphorsäure und Kali zugeführt:

Versuch No. 1.

	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
Herbst 1891 zu Klee und Gras .	248 *kg*	112 *kg*	308 *kg*
Frühjahr 1892 zu Kartoffeln . .	273 „	70 „	144 „

Versuch No. 2.

	Stickstoff	Phosphorsäure	Kali
Frühjahr 1892 zu Kartoffeln . . .	216 *kg*	48 *kg*	114 *kg*
Herbst 1892 zu Roggen	144 „	32 „	44 „
Frühjahr 1893 zu Kartoffeln . .	295 „	70 „	161 „

Auf dem Versuchsfeld bei Stegmann sind auf dem Felde, das früher ausschliesslich mit Stalldünger gedüngt worden ist und dessen Erträge im Durchschnitt grösser waren, als die der Kunstdüngerfläche, auch nach 1891/92 bei ausschliesslicher Kunstdüngerverwendung die Erträge höher, als auf der früher nur mit Kunstdünger gedüngten, einmal mit Stalldünger und seit 1892/93 wiederum mit Kunstdünger versehenen Fläche. Die Stickstoffzufuhr im Stalldünger ist allerdings ohne Zweifel immer stärker gewesen, als die in Chilisalpeter auf der Kunstdüngerfläche. Jedoch ist nach anderweitigen Erfahrungen von dem Stickstoff des in den Moorkolonien gewonnenen Stalldüngers nur durchschnittlich $^1/_5$ in wasserlöslicher Form vorhanden, so dass die Stickstoffwirkung der mittleren Stalldüngermengen für die damit gedüngte Frucht wohl nicht viel höher anzuschlagen ist, als die der auf der Kunstdüngerfläche verabfolgten Salpeterdüngung. Die Mengen Kali, die im Stalldünger zugeführt worden sind, werden im Durchschnitt die der starken Düngungen mit Kunstdünger ebenfalls kaum übersteigen, die an Phosphorsäure im Stalldünger die Phosphorsäurezufuhr auf dem Kunstdüngerfeld kaum erreichen. Wenn es lediglich die stärkere Nährstoffzufuhr in Form von Stalldünger gewesen wäre, ist auch nicht einzusehen, dass die Nachwirkung der ehemaligen Stalldüngerzufuhr auf der einen Fläche auch noch nach sechsjähriger Verwendung von Kunstdünger sich merkbar äussern sollte. Die einmalige Stalldüngerzufuhr auf der früher nur mit Kunstdünger gedüngten Fläche hat den Ertrag im Verhältnis zu der vorwiegend mit Stalldünger behandelten Fläche wenig verbessert. Mit der Dauer des Versuches stellen sich die Erträge auf der vorwiegend mit Kunstdünger gedüngten Fläche sogar immer ungünstiger im Vergleich zu der erst seit 1891/92 mit Kunstdünger gedüngten.

Ende des Jahres 1891 wurden Durchschnittsproben aus der Oberfläche der verschiedenen Flächen mit folgendem Ergebnis auf ihre Zusammensetzung untersucht.

100 Teile der völlig trocken gedachten Moorsubstanz der Oberfläche von 0—15 *cm* enthielten:

	Bis 1891/92 nur mit Stalldünger gedüngt (Stalldüngerfläche)	Nur 1891/92 mit *Stalldünger*, sonst mit Kunstdünger gedüngt (Kunstdüngerfläche)
Verbrennliche Stoffe	86,62	88,99
Stickstoff	1,49	1,41
Mineralstoffe	13,38	11,01
In Salzsäure Unlösliches . .	9,31	6,31
Kalk	1,52	2,18
Kali	0,15	0,12
Phosphorsäure	0,19	0,26

Die Mengen Stickstoff, Kalk, Kali und Phosphorsäure, die mittelst vorstehender prozentischer Zahlen und des Volumgewichtes des Bodens berechnet wurden, sind für die Oberflächenschicht der beiden Flächen bis 15 *cm* Tiefe folgende:

	Stickstoff	Kalk	Kali	Phosphorsäure
Stalldüngerfläche . .	3278 *kg*	3340 *kg*	330 *kg*	418 *kg*
Kunstdüngerfläche . .	3381 „	5227 „	360 „	456 „

Also auch der Gesamtvorrat an wichtigen Pflanzennährstoffen auf der Stalldüngerfläche ist nicht nur nicht grösser, sondern durchschnittlich noch etwas geringer, als auf der Kunstdüngerfläche. Auch ist es nicht wahrscheinlich, dass die Form der einzelnen Pflanzennährstoffe auf der Stalldüngerfläche eine für die Pflanzenernährung besser geeignete gewesen sei, als auf der vorwiegend mit Kunstdünger gedüngten, abgesehen davon, dass seit 1891/92 beide Flächen gleichmässig mit Kunstdünger gedüngt wurden; daher hätte der Unterschied zwischen beiden mit der Dauer des Versuches, wenn er durch diesen Umstand verursacht worden wäre, stetig kleiner und nicht grösser werden müssen.

Eine annehmbare Erklärung für die verschiedene Ertragsfähigkeit der verschieden gedüngten Bodenflächen liefert uns die Untersuchung der Ackerkrume der beiden Felder. Bereits im Untersuchungsprotokoll der Proben im Jahre 1891/92 wird darauf hingewiesen, dass die Oberflächenschicht des sogen. Stalldüngerfeldes bis auf nahezu 15 *cm* Tiefe nunmehr völlig zersetzt und erdig erscheint, dass auf der Kunstdüngerfläche die Ackerkrume nur bis etwa zur halben Tiefe gut zersetzt und erdig ist, darunter lagerte unvollkommen zersetzter Moostorf. Nach Beendigung des Versuches im Jahre 1897 wurde festgestellt, dass die Ackerkrume des Stalldüngerfeldes im Durchschnitt 20—21 *cm*, die des Kunstdüngerfeldes 15,5—16 *cm* stark ist. Wie in den früheren Arbeiten der Moor-Versuchs-Station eingehend dargelegt worden ist,[1]) führt die Verwendung kalkhaltiger Mittel (Mergel, gebrannter Kalk) zu einer für die Erträge unheilvollen Verflachung der Ackerkrume, wenn nicht durch zweckmässige Massnahmen, wie z. B. Anschneiden des rohen Moostorfuntergrundes beim Pflügen, die Ackerkrume alljährlich wieder verstärkt wird.

Die Erträge sind, wie weiter unten bewiesen werden wird, bis zu einem bestimmten Grade in höherem Masse abhängig von der grösseren oder geringeren Tiefe der Ackerkrume, als von einer stärkeren oder schwächeren Düngung. Auf der Kunstdüngerfläche ist nach der Kalkung eine Verflachung der Ackerschicht eingetreten, auf der Stalldüngerfläche jedoch durch die bis 1890/91 geübte ausschliessliche Düngung mit im allgemeinen sehr grossen Stalldüngergaben der Schwund der Ackerschicht mehr oder weniger ausgeglichen worden. Eine Stalldüngergabe von 90000 *kg* vermag immerhin, wenn sie eine gleich dichte Lagerung, wie das Moor angenommen hat, die Krumentiefe um $1^1/_2$ bis 2 *cm* zu erhöhen. Die all-

[1]) 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station S. 231; vergl. auch weiter unten den Abschnitt über die Wirkung kalkhaltiger Meliorationsmittel auf Hochmoorboden.

jährlich ziemlich starke Zufuhr basisch wirkender Thomasschlacke hat bis 1890/91 ausserdem die Zersetzungsvorgänge auf der sogenannten Kunstdüngerfläche im Vergleich zu der Stalldüngerfläche noch gesteigert (s. w. u.). Aus den weiter unten beigebrachten Zahlen geht hervor, dass Unterschiede in der Tiefe der Ackerkrume von 5 bis 6 *cm* völlig genügen, Differenzen im Ertrag hervorzurufen, wie sie auf der sogenannten Stalldünger- und Kunstdüngerfläche bei den einzelnen Früchten in den verschiedenen Versuchsjahren aufgetreten sind. Wenn vielleicht auch dem Stalldünger noch einzelne günstige Nebenwirkungen zuzuschreiben sind, *so sind wir doch jedenfalls berechtigt, die hauptsächlichste Ursache des Unterschiedes in der Ertragsfähigkeit der sogenannten Stalldünger- und Kunstdüngerfläche, der auch nach gleichmässiger Düngung beider Flächen mit Kunstdünger bestehen bleibt, in der auf der sogenannten Kunstdüngerfläche eingetretenen stärkeren Verflachung der Ackerkrume zu suchen.*

Bei dem Versuch No. 2 bleibt in den ersten Jahren, in denen allerdings ein nicht besonders reicher Stalldünger in nicht zu grosser Menge verwendet worden ist, die Stalldüngerfläche sehr weit hinter der Kunstdüngerfläche zurück, im 3. Jahre schlägt das Verhältnis sehr zu Ungunsten der Kunstdüngerfläche um. Der Rückschlag gegen das Vorjahr ist jedoch so plötzlich und stark, dass namentlich mit Rücksicht auf den Umstand, dass die Peronospora das Versuchsfeld heimgesucht hat, dieser Erscheinung für den Vergleich der Stalldünger- und Kunstdüngerwirkung kein zu grosses Gewicht beizumessen ist. Der nicht beabsichtigte vorzeitige Abbruch des Versuches machte leider die sichere Entscheidung darüber unmöglich.

Eine merkwürdige Erscheinung, die im Jahre 1896 bei Versuch No. 1 eintritt und oben bereits unter den Nachrichten über den Verlauf der Vegetation aufgeführt ist, verdient noch eine besondere Hervorhebung, nämlich das Auftreten eines starken Frostschadens auf der sogenannten Kunstdüngerfläche am 25. Juni 1896, während die zwischen und neben den Kunstdüngerflächen liegenden Stalldüngerflächen vom Frost fast völlig verschont geblieben sind. Worauf dieses zurückzuführen ist, lässt sich vorerst nicht entscheiden. Die Kunstdüngerflächen liegen schon für das Auge bemerkbar etwas tiefer, als die ehemaligen Stalldüngerflächen, und man hat im Moore des öfteren Gelegenheit zu beobachten, wie geringe Niveauunterschiede von wenigen Centimetern unter Umständen in dieser Hinsicht von grosser Bedeutung sind. Bevor das Phänomen der Nachtfröste auf Moorboden noch nicht besser aufgeklärt ist, wird man bei der Deutung dieser Beobachtungen mit grosser Vorsicht verfahren müssen. Eine auf einem anderen Versuchsfelde in demselben Jahre gemachte Beobachtung zeigt, dass auf diesem Gebiet noch manches Rätsel zu lösen ist. Auf einem Felde im Hellweger Moor, auf dem die Wirkung einer verschieden starken Entwässerung des Hochmoorbodens auf das Gedeihen der Moorfrüchte festgestellt wird, fror auf den Parzellen, die stärker als 75 *cm* tief entwässert waren, der Hafer in der Nacht vom 1. zum 2. Mai völlig ab. Die Versuchsparzellen hatten am 1. Mai eine Chilisalpeterdüngung in der Stärke von 1 *kg* pro Ar erhalten,

die zwischen den einzelnen Parzellen liegenden bepflanzten Trennungsstreifen jedoch nicht. Die Wirkung des Frostes ging haarscharf so weit, wie die Chilisalpeterdüngung. Der Salpeter war übrigens am Morgen des 2. Mai noch nicht einmal völlig aufgelöst.

Die Frage der Wirkung des Stalldüngers im Vergleich zu Kunstdünger und Gründüngung wird auf dem neuen Versuchsfelde der Moor-Versuchs-Station weiter verfolgt, namentlich auch mit Rücksicht auf die Wirkung des Stallmist- und Gründüngungs-Stickstoffs und auf etwaige Veränderungen, die die künstlichen Düngersalze auf die Wärme- und Feuchtigkeitsverhältnisse des Moorbodens ausüben.

V. Versuche über die Wirkung einer verschieden tiefen Entwässerung auf Hochmoorboden.

Der natürliche Hochmoorboden muss, um zu Acker- und Wiesenbau benutzt werden zu können, entwässert werden. Wenn man von vornherein im Hinblick auf die Entstehung und den grossen Wasserreichtum des natürlichen Hochmoorbodens annehmen wollte, dass in der Entwässerung nicht zu leicht ein Zuviel geschehen könne, so bestätigen die in der Praxis gemachten Beobachtungen und die wissenschaftlichen Untersuchungen diese Annahme keineswegs. Der Moorboden, insbesonders der Hochmoorboden hält infolge seiner eigentümlichen Beschaffenheit, die bei zersetztem Boden in mancher Hinsicht der der Colloide gleicht, das Wasser mit so grosser Energie fest, dass selbst bei einem noch sehr hohen, nach Gewichtsprozenten gemessenen Wasservorrat der Boden an die Pflanzenwurzeln nichts mehr abgiebt.[1]) Nach älteren Untersuchungen der Moor-Versuchs-Station leiden unter Umständen die Pflanzen auf Hochmoorboden erheblich an Wassermangel, wenn der Wassergehalt des Bodens auf 60 Gewichtsprozent sinkt.[2]) Die in dem Bericht über die Vegetationsversuche weiter unten mitgeteilten Ergebnisse der Versuche über das Optimum des Wassergehaltes des Moorbodens bei Vegetationsversuchen zeigen, dass bei Hochmoorboden bereits bei erheblich höherem Wassergehalt des Bodens, bei geringem Sinken desselben unter das Optimum, wenigstens unter den Bedingungen des Gefässversuches, eine merkbare Schädigung des Ertrages eintritt. Es ist deshalb beim Hochmoorboden bei Einrichtung der Entwässerung Vorsicht geboten und eine um so grössere, weil die Wurzeln der Kulturgewächse sich nur in der gut

[1]) Es ist noch zu untersuchen, inwieweit die Energie, mit der das Wasser vom Hochmoorboden festgehalten wird, abhängig ist von dem Zersetzungsgrad desselben und der Art der Pflanzen, aus denen er besteht. Man könnte denken, dass bei unzersetztem, vorwiegend aus den Resten von Torfmoosen gebildetem Hochmoorboden die wasseraufspeichernden Zellen derselben das Wasser mit grosser Energie zurückhalten. Verschiedene Gründe lassen es jedoch als wahrscheinlich erscheinen, dass diese Kräfte verhältnismässig schwach sind gegenüber denen, mit welchen die quellungsfähige Substanz des Hochmoorbodens selbst das aufgenomme Wasser festhält.

[2]) M. FLEISCHER in A. VOGLERS Grundlehren der Kulturtechnik 1. Bd., Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin, 1898, S. 123. Ähnliche Werte ermittelte HEINRICH und WEBER (s. Protokolle der Central-Moor-Kommission 1897, 39. Sitzung).

zersetzten, teilweise entsäuerten Oberflächenschicht ausbreiten, den starksauren Moostorfuntergrund jedoch fliehen, so dass sie nicht aus dem Wasservorrat des Moostorfuntergrundes, wenigstens nicht unmittelbar, ihren Bedarf decken können.

Seit alters her wird in den nordwestdeutschen Hochmoorsiedlungen eine durchschnittliche Senkung des Grundwasserspiegels für Ackerfrucht auf etwa 50 *cm* unter Bodenoberfläche als zweckmässig betrachtet. Man erreicht diese durch enge Gräben von 50—60 *cm* Tiefe, sogen. Grüppen in 8—15 *m* Entfernung, die auf sehr trocken gelegenen und altkultivierten Flächen ausnahmsweise noch erhöht wird.[1])

Es war von besonderer Wichtigkeit, die Berechtigung dieser praktisch erprobten Regel unter den veränderten Bedingungen der Hochmoorkultur, wie sie die Anwendung von kalkhaltigen Meliorationsmitteln, Kunstdünger und der Anbau bislang auf dem Hochmoor nicht gebauter Pflanzen mit sich bringen, zu prüfen und festzustellen, ob eine stärkere Entwässerung unter Umständen nicht nur statthaft, sondern geradezu besser sei, da mit der schwachen Entwässerung auf 50 *cm*, namentlich in nassen Jahren, grosse Übelstände verknüpft sein können (schwierige Bestellung, Unkrautwuchs und dergleichen). Zu dem Zwecke wurden von Fleischer bereits im Jahre 1889 bezügl. 1890 zwei Versuche auf zwei verschiedenen Flächen eingeleitet und vom Berichterstatter fortgeführt, bei denen die Wirkung verschieden starker Entwässerungen, die zwischen 0,50 und 1,50 *m* Tiefe lag, geprüft wurde. Die Versuchsfläche wurde durch 7 Gräben von 10 *m* Entfernung in 6 Längsstreifen getrennt, von denen jeder wieder in 5 Querabschnitte geteilt wurde. Zwischen den einzelnen Abschnitten lagen Trennungsstreifen von 1 *m* Breite. Zu beiden Seiten der obersten Abschnitte und des zunächst darüber liegenden Trennungsstreifens wurden die Gräben 0,5 *m* tief ausgehoben, beim 2. Abschnitt 0,75, beim 3. 1,00, beim 4. 1,25 und beim 5. 1,50 *m*. Je 2 Streifen wurden gleichmässig mit derselben Frucht bestellt und auf den so gewonnenen 3 Abteilungen in jedem Versuchsjahr in der Regel 3 verschiedene Früchte angebaut, um die Einwirkung der verschiedenen Stärke der Entwässerung gleichzeitig bei verschiedenen Früchten zu untersuchen. Bei der Bestellung der verschiedenen Abteilungen wurde, soweit als angängig, ein bestimmter Fruchtwechsel innegehalten, so dass, wenigstens zunächst auf Kartoffeln Erbsen, danach Roggen folgte, später wurde auch Hafer angebaut.

Versuchsjahr 1891/92.

1. **Versuch No. 1.**

3. H. Kedenburg in Giersdorf, Hellweger Moor.

9. 200 *kg* Kali, 175 *kg* Phosphorsäure und 60 *kg* Stickstoff zu Kartoffeln, 200 *kg* Kali, 175 *kg* Phosphorsäure und 45 *kg* Stickstoff zu Roggen, 200 *kg* Kali und 175 *kg* Phosphorsäure zu Erbsen.

[1]) Vergl. darüber die Beschreibung eines Hochmoorkolonates in dem 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Vers.-Stat. S. 65.

10. Parzellen 1—20 Roggen, Parzellen 21—40 Erbsen, Parzellen 41—60 Kartoffeln.

11. a) Parzellen 1—20 Kartoffeln, Parzellen 21—40 Roggen, Parzellen 41—60 Erbsen. b) Kartoffeln 5. Mai 1892, Roggen 15. Oktober 1891, Erbsen 12. April 1892. c) Kartoffeln 8. Oktober 1892, Roggen 10. und 11. August 1892, Erbsen 1. September 1892.

12. Parzellen 1—20: Die Roggenstoppel wurde mit dem Exstirpator bearbeitet, später geeggt, dann tief gepflügt, der Dünger auf die rauhe Furche gestreut. Parzellen 21—40: Nach der Ernte der Erbsen wurde der Acker ziemlich tief gepflügt, am 15. August der Kunstdünger gestreut und eingeeggt. Parzellen 41—60: Nach der Ernte der Kartoffeln wurde das Feld geeggt, später ziemlich tief gepflügt und der Kunstdünger auf die rauhe Furche gestreut.

13. 6. April 1892: Der Roggen steht gleichmässig, hat gute Farbe. 3. Mai: Das rauhe Wetter und wiederholte Nachtfröste hemmen die Entwicklung des Roggens stark. 14. Mai: Der Stand des Roggens hat sich nur wenig gebessert. Am 16./17. und 17./18. starke Nachtfröste.

14.

Parzelle	Stärke der Entwässerung cm	Ertrag in *kg* pro *ha*				Mittlerer Ertrag an Knollen bezw. Korn	Stroh
		Kartoffeln.					
1, 2, 11, 12	150	19 800, 13 800, 18 900, 13 700				16 050	
3, 4, 13, 14	125	13 000, 13 100, 11 700, 11 700				12 375	
5, 6, 15, 16	100	12 300, 12 950, 11 050, 11 950				12 063	
7, 8, 17, 18	75	13 480, 13 800, 14 300, 13 600				13 795	
9, 10, 19, 20	50	13 300, 13 550, 12 950, 13 200				13 250	
		Roggen.					
21, 22, 31, 32	150	1550, 2850	1520, 2800	1500, 2800	1430, 2750	1500	2800
23, 24, 33, 34	125	1450, 2900	1450, 2800	1420, 2900	1370, 2800	1423	2850
25, 26, 35, 36	100	1380, 2550	1450, 2900	1300, 2650	1480, 3250	1403	2838
27, 28, 37, 38	75	1150, 2420	1300, 2730	1370, 2950	1400, 2950	1305	2763
29, 30, 39, 40	50	1250, 2600	1830, 4550	1450, 3000	1920, 3650	1613	3450
		Erbsen.					
41, 42, 51, 52	150	1250, 1950	950, 1700	730, 1930	680, 1880	903	1865
43, 44, 53, 54	125	650, 1350	700, 1350	680, 1980	680, 2730	678	1853
45, 46, 55, 56	100	950, 1900	900, 2050	880, 2080	930, 2230	915	2065
47, 48, 57, 58	75	800, 1600	950, 1500	980, 2430	580, 2130	828	1915
49, 50, 59, 60	50	750, 1750	550, 1950	580, 2230	580, 2080	615	2003

1. **Versuch No. 2.**

3. Vorsteher Gellner in Giersdorf, Hellweger Moor.

9. 150 *kg* Kali und 100 *kg* Phosphorsäure zu Erbsen, 60 000 *kg* Stalldünger zu Kartoffeln, 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure und 45 *kg* Stickstoff zu Roggen.

10. Parzellen 1—20 Kartoffeln, Parzellen 21—40 Winterroggen, Parzellen 41—60 Erbsen.

11. a) Parzellen 1—20 Erbsen, Parzellen 21—40 Kartoffeln, Parzellen 41—60 Roggen. b) Erbsen 11. April 1893, Kartoffeln 3. Mai 1892, Roggen 16. Oktober 1891.
12. Siehe Versuch bei Kedenburg.
13. 21. November 1891: Der Roggen ist gleichmässig aufgegangen. 4. April 1892: Der Roggen hat einen guten Stand, steht nur an den Grabenrändern etwas dünn. 20. Mai 1892: Die am stärksten entwässerten Parzellen sind in der Entwicklung zurück. Die Erbsen sind gleichmässig aufgegangen, zum Teil sind sie durch Nachtfröste am 16./17. und 17./18. beschädigt worden. Die am stärksten entwässerten Parzellen sind am meisten geschädigt. 11. Juni: Erbsen und Roggen sind auf den stärker entwässerten zurück, Kartoffeln im Aufgehen begriffen.

Parzelle	Stärke der Entwässerung *cm*	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag an Knollen bezw. Korn	Stroh
		Erbsen.		
1, 2, 11, 12	150	655, 1350 \| 650, 1435 \| 190, 850 \| 315, 1270	453	1226
3, 4, 13, 14	125	415, 1470 \| 560, 1710 \| 420, 1570 \| 465, 1810	465	1640
5, 6, 15, 16	100	550, 1820 \| 655, 2310 \| 625, 2530 \| 705, 2650	634	2328
7, 8, 17, 18	75	680, 2325 \| 740, 3010 \| 615, 3120 \| 765, 2790	700	2811
9, 10, 19, 20	50	590, 2210 \| 690, 2590 \| 640, 2735 \| 530, 2690	613	2556
		Kartoffeln.		
21, 22, 31, 32	150	11 325, 9 510, 8 565, 10 560	9 990	
23, 24, 33, 34	125	12 300, 12 215, 11 650, 12 450	12 154	
25, 26, 35, 36	100	12 400, 13 700, 12 300, 14 750	13 288	
27, 28, 37, 38	75	13 750, 11 770, 10 980, 9 655	11 539	
29, 30, 39, 40	50	10 850, 14 550, 10 810, 12 200	12 103	
		Roggen.		
41, 42, 51, 52	150	1475, 3050 \| 1575, 3450 \| 1375, 3260 \| 1325, 3000	1437	3190
43, 44, 53, 54	125	1625, 3450 \| 1825, 3650 \| 1425, 3250 \| 1525, 3610	1600	3490
45, 46, 55, 56	100	2025, 4200 \| 2275, 4600 \| 1725, 3750 \| 2155, 4450	2045	4250
47, 48, 57, 58	75	2425, 5000 \| 2425, 5100 \| 2375, 4700 \| 2575, 4810	2450	4402
49, 50, 59, 60	50	2325, 4800 \| 1825, 3960 \| 2525, 4800 \| 2175, 4350	2213	4477

Versuchsjahr 1892/93.

1. **Versuch No. 3.**
3. H. Kedenburg in Giersdorf, Hellweger Moor.
9. Zu Erbsen 150 *kg* Kali und 100 *kg* Phosphorsäure, Kartoffeln 55 000 *kg* Stalldünger, Roggen 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure und 45 *kg* Stickstoff.
10. Parzellen 1—20 Kartoffeln, Parzellen 21—40 Roggen, Parzellen 41—60 Erbsen.
11. a) Parzellen 1—20 Erbsen, Parzellen 21—40 Kartoffeln, Parzellen 41 bis 60 Roggen. b) Parzellen 1—20 14. April 1893, Parzellen 21—40

10 Mai 1892, Parzellen 41—60 11. Oktober 1892. c) Erbsen 236 *kg*, Roggen 150 *kg*, Kartoffeln 900 *kg*. d) Parzellen 1—20 2. August 1893, Parzellen 41—60 31. Juli. e) Parzellen 1—20 22. August, Parzellen 21—40 29. und 30. September 1893.

12. Wie in den Vorjahren.

14.

Parzelle	Stärke der Ent-wässerung *cm*	Ertrag in *kg* pro *ha*				Mittlerer Ertrag an Knollen bezw. Korn	Stroh
			Erbsen.				
1, 2, 11, 12	150	210, 940	125, 1000	220, 1125	500, 1100	264	1041
3, 4, 13, 14	125	225, 1050	140, 1330	470, 1420	350, 1450	296	1313
5, 6, 15, 16	100	170, 1120	650, 2050	280, 1650	250, 1520	338	1585
7, 8, 17, 18	75	390, 1650	830, 1675	460, 1700	750, 2100	608	1781
9, 10, 19, 20	50	610, 1800	475, 1550	1120, 2020	640, 1600	711	1743
			Kartoffeln.				
21, 22, 31, 32	150	11 160	8 275	16 310	10 600	11 586	
23, 24, 33, 34	125	12 100	13 170	11 280	12 550	12 275	
25, 26, 35, 36	100	13 300	15 450	10 875	11 950	12 894	
27, 28, 37, 38	75	14 280	14 580	12 220	14 150	13 808	
29, 30, 39, 40	50	15 320	12 375	15 150	20 420	15 816	
			Roggen.				
41, 42, 51, 52	150	1375, 2100	1500, 2225	1575, 2175	1350, 2025	1450	2131
43, 44, 53, 54	125	1175, 1770	1200, 1900	1050, 1650	1175, 1900	1150	1805
45, 46, 55, 56	100	1500, 2400	1150, 2150	1630, 2450	1320, 2100	1400	2275
47, 48, 57, 58	75	1600, 2675	1650, 2650	1450, 2400	1500, 2500	1550	2556
49, 50, 59, 60	50	1650, 2750	1950, 3250	1625, 2800	2130, 3350	1839	3038

1. **Versuch No. 4.**

3. J. GELLNER in Giersdorf, Hellweger Moor.

9. Wie zu Versuch No. 3.

10. Parzellen 1—20 Erbsen, Parzellen 21—40 Kartoffeln, 41—60 Roggen.

11. a) Parzellen 1—20 Roggen, 21—40 Erbsen, 41—60 Kartoffeln. b) Roggen 11. Oktober 1892, Erbsen 12. und 13. April 1893, Kartoffeln 8. Mai 1893. c) Roggen 150 *kg*, Erbsen 180 *kg*, Kartoffeln 1200 *kg*. d) Roggen 28. Juli 1893, Kartoffeln 3. Oktober 1893, Erbsen 1. August 1893. e) Roggen 10. August 1893, Erbsen 18. August 1893.

12. Wie bei Versuch No. 3.

13. November 1892: Der Roggen steht gleichmässig und hat eine gute Farbe und ein normales Blatt. April 1893: Der Roggen ist gut durch den Winter gekommen, wird jedoch durch die ständigen Nachtfröste in seiner Entwicklung gehemmt. 9. Juni: Auf den stark entwässerten Parzellen leidet der Roggen unter Dürre, ebenfalls die Erbsen. 3. Juli: Bei den Kartoffeln ist eine Schädigung durch die Dürre bis jetzt nicht bemerkbar, sehr stark auf den stärker entwässerten Parzellen bei Roggen und Erbsen.

14.

Parzelle	Stärke der Entwässerung cm	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag an Knollen bezw. Korn	Stroh
		Roggen.		
1, 2, 11, 12	150	1650, 2550 \| 1650, 2550 \| 1500, 1400 \| 1550, 2450	1588	2488
3, 4, 13, 14	125	1600, 2400 \| 1750, 2600 \| 1600, 2550 \| 1900, 2950	1712	2622
5, 6, 15, 16	100	2200, 3200 \| 2100, 3150 \| 1850, 2900 \| 2250, 3450	2100	3175
7, 8, 17, 18	75	2350, 3750 \| 2700, 4200 \| 2550, 4050 \| 2650, 4050	2562	4012
9, 10, 19, 20	50	2850, 4650 \| 3050, 4700 \| 2700, 4400 \| 3250, 4950	2962	4675
		Erbsen.		
21, 22, 31, 32	150	1200, 1750 \| 1300, 1500 \| 975, 1000 \| 1050, 1250	1131	1375
23, 24, 33, 34	125	1325, 1750 \| 1450, 1940 \| 1150, 1200 \| 1300, 1475	1306	1591
25, 26, 35, 36	100	1400, 2050 \| 1375, 2550 \| 1300, 1600 \| 1500, 1700	1394	1975
27, 28, 37, 38	75	1500, 2700 \| 1550, 2750 \| 1450, 1725 \| 1575, 2000	1519	2294
29, 30, 39, 40	50	1450, 3000 \| 1375, 2800 \| 1350, 1950 \| 1200, 1700	1344	2363
		Kartoffeln.		
41, 42, 51, 52	150	21 450, 21 200, 21 980, 20 370	21 250	
43, 44, 53, 54	125	22 100, 21 775, 23 075, 24 300	22 845	
45, 46, 55, 56	100	22 150, 23 150, 24 070, 23 875	23 311	
47, 48, 57, 58	75	24 705, 25 050, 26 050, 26 150	25 489	
49, 50, 59, 60	50	22 175, 26 095, 30 120, 29 575	26 991	

Versuchsjahr 1893/94.

1. **Versuch No. 5.**

3. H. Kedenburg in Giersdorf, Hellweger Moor.

9. Zu Roggen 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff; zu Erbsen 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure; zu Kartoffeln Stalldünger.

10. Parzellen 1—20 Erbsen, Parzellen 21—40 Kartoffeln, Parzellen 41—60 Roggen.

11. a) Parzellen 1—20 Roggen, Parzellen 21—40 Erbsen, Parzellen 41—60 Kartoffeln.

12. Wie im Vorjahr.

13. November 1893: Der Roggen ist gleichmässig aufgegangen. April 1894: Der Roggen ist gut durch den Winter gekommen, kaltes Wetter und Nachtfröste jedoch hemmen das Wachstum. Mai: Der Stand des Roggens hat sich noch mehr verschlechtert. 20. Juni: Der Roggen bleibt kurz im Stroh, die am schwächsten entwässerten Parzellen zeigen den besten Stand. Die Erbsen leiden weniger unter der Trockenheit, nur die am stärksten entwässerten Parzellen sind etwas zurück. Juli: Die Kartoffeln stehen ziemlich gut, Erbsen haben auf den schwächer entwässerten Parzellen gut angesetzt. Die Ähren des Roggens sind sehr klein.

14.

Parzelle	Stärke der Ent-wässerung cm	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag an Knollen bezw. Korn	Stroh
		Roggen.		
1, 2, 11, 12	150	1050, 2675 \| 1200, 2800 \| 975, 2600 \| 1000, 2475	1056	2638
3, 4, 13, 14	125	1150, 2575 \| 1100, 2400 \| 875, 2500 \| 875, 2500	1000	2494
5, 6, 15, 16	100	1175, 2700 \| 1275, 2750 \| 1150, 2800 \| 900, 2300	1125	2638
7, 8, 17, 18	75	1200, 2700 \| 1250, 2700 \| 775, 1950 \| 1000, 2450	1056	2450
9, 10, 19, 20	50	1575, 3200 \| 1975, 4150 \| 1425, 3325 \| 1550, 3300	1631	3494
		Erbsen.		
21, 22, 31, 32	150	900, 1975 \| 525, 2100 \| 850, 1875 \| 850, 1925	781	1969
23, 24, 33, 34	125	475, 2375 \| 575, 2325 \| 675, 2250 \| 1050, 2150	694	2275
25, 26, 35, 36	100	1150, 2250 \| 925, 2050 \| 750, 2225 \| 1200, 2450	1006	2244
27, 28, 37, 38	75	1075, 1875 \| 950, 2000 \| 1200, 2475 \| 1175, 2200	1088	2138
29, 30, 39, 40	50	900, 2100 \| 1200, 2200 \| 1200, 2025 \| 1050, 2175	1088	2125
		Kartoffeln.		
41, 42, 51, 52	150	7395, 7945, 8070, 7565	7744	
43, 44, 53, 54	125	8355, 9440, 7860, 9240	8724	
45, 46, 55, 56	100	7180, 7020, 8420, 8330	7738	
47, 48, 57, 58	75	6430, 7140, 9445, 8270	7821	
49, 50, 59, 60	50	8500, 9890, 8655, 10735	9445	

1. **Versuch No. 6.**

3. J. Gellner in Giersdorf, Hellweger Moor.

9. Zu Kartoffeln Stalldünger, zu Erbsen und Roggen 150 *kg* Kali und 100 *kg* Phosphorsäure, ausserdem zu Roggen 30 *kg* Stickstoff.

10. Parzellen 1—20 Roggen, Parzellen 21—40 Erbsen, Parzellen 41—60 Kartoffeln.

11. Parzellen 1—20 Kartoffeln, Parzellen 21—40 Roggen, Parzellen 41 bis 60 Erbsen. e) Roggen am 8. August 1894, Kartoffeln am 30. und 31. Oktober 1894, Erbsen am 30. August 1894.

12. Wie im Vorjahr.

13. November 1893: Der Roggen ist gut gelaufen, hat jedoch mässige Farbe. April 1894: Der Roggen steht ziemlich gut. Mai: Die stärker entwässerten Parzellen sind zurück. 20. Juni: Die Erbsen stehen trotz der kalten Witterung ziemlich gut. Parzelle 40 ist durch Insekten beschädigt.

14.

Parzelle	Stärke der Ent-wässerung cm	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag an Knollen bezw. Korn	Stroh
		Kartoffeln.		
1, 2, 11, 12	150	14 500, 16 350, 16 250, 15 100	15 550	
3, 4, 13, 14	125	14 950, 17 350, 17 500, 16 800	16 650	
5, 6, 15, 16	100	15 850, 15 700, 13 500, 14 400	14 862	
7, 8, 17, 18	75	12 000, 12 500, 13 700, 13 000	12 800	
9, 10, 19, 20	50	10 450, 10 150, 12 800, 12 800	11 550	
		Roggen.		
21, 22, 31, 32	150	1875, 3600 \| 2425, 4650 \| 2100, 3650 \| 2100, 3700	2125	3900
23, 24, 33, 34	125	2100, 3825 \| 2450, 4700 \| 2125, 3800 \| 2100, 3750	2194	4019
25, 26, 35, 36	100	2500, 4700 \| 2350, 4750 \| 2300, 4550 \| 2150, 4175	2325	4544
27, 28, 37, 38	75	2500, 5000 \| 2350, 4900 \| 2400, 4650 \| 2500, 5350	2438	4975
29, 30, 39, (40)	50	2600, 5600 \| 2050, 4700 \| 2050, 4675 \| (1800, 4100)	2125	4769
		Erbsen.		
41, 42, 51, 52	150	1120, 1910 \| 1100, 2150 \| 1150, 1950 \| 1000, 1775	1092	1946
43, 44, 53, 54	125	1170, 2300 \| 920, 2300 \| 920, 1970 \| 900, 2750	985	2330
45, 46, 55, 56	100	960, 2050 \| 950, 1850 \| 940, 2500 \| 900, 2250	938	2162
47, 48, 57, 58	75	860, 1820 \| 1060, 1720 \| 690, 2450 \| 725, 2460	834	2112
49, 50, 59, 60	50	1200, 1550 \| 1250, 1575 \| 1000, 2350 \| 1450, 1900	1225	1844

Versuchsjahr 1894/95.

1. **Versuch No. 7.**

3. H. Kedenburg in Giersdorf, Hellweger Moor.

9. Zu Roggen und Erbsen 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, ausserdem zu Roggen 45 *kg* Stickstoff, zu Kartoffeln Stalldünger.

10. Parzellen 1—20 Roggen, Parzellen 21—40 Erbsen, Parzellen 41—60 Kartoffeln.

11. Parzellen 1—20 Kartoffeln, Parzellen 21—40 Roggen, Parzellen 41 bis 60 Erbsen.

12. Wie im Vorjahr.

13. 17. April: Der Roggen steht auf allen Parzellen ziemlich gleichmässig und zeigt gute Farbe. Parzellen 50 und 60 sind durch Brennen des benachbarten Grundstückes beschädigt worden.

14.

Parzelle	Stärke der Ent-wässerung cm	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag an Knollen
		Kartoffeln.	
1, 2, 11, 12	150	18 370, 18 340, 18 950, 18 140	18 450
3, 4, 13, 14	125	19 550, 17 420, 19 700, 21 350	19 505
5, 6, 15, 16	100	16 450, 16 930, 19 595, 18 100	17 769
7, 8, 17, 18	75	17 920, 19 290, 18 210, 18 050	18 368
9, 10, 19, 20	50	22 100, 18 420, 20 500, 20 730	20 438

Parzelle	Stärke der Ent- wässerung *cm*	Ertrag in *kg* pro *ha*				Mittlerer Ertrag an Korn	Stroh
		Roggen.					
21, 22, 31, 32	150	2080, 3730	2100, 3880	1980, 4010	2150, 3780	2078	3850
23, 24, 33, 34	125	2080, 3900	1900, 3550	2220, 4320	1900, 3710	2025	3870
25, 26, 35, 36	100	1790, 3570	2090, 3590	1800, 3640	2040, 3850	1930	3663
27, 28, 37, 38	75	2270, 4160	2000, 4050	2120, 4170	2080, 3540	2118	3980
29, 30, 39, 40	50	1630, 3590	2750, 4910	1930, 3680	2320, 4370	2158	4138
		Erbsen.					
41, 42, 51, 52	150	360, 2340	380, 2210	500, 2170	370, 1640	403	2090
43, 44, 53, 54	125	560, 2530	525, 3070	520, 2100	420, 1950	506	2413
45, 46, 55, 56	100	260, 1615	450, 2100	465, 2330	480, 2220	414	2066
47, 48, 57, 58	75	250, 1720	230, 1585	330, 1870	400, 2000	303	1794
49, (50), 59, (60)	60	200, 1350	350, 1610			275	1480

1. **Versuch No. 8.**
3. J. GELLNER in Giersdorf, Hellweger Moor.
9. Wie bei Versuch No. 7, nur 30 *kg* Stickstoff statt 45 *kg* pro *ha* zu Roggen.
10. Parzellen 1—20 Kartoffeln, Parzellen 21—40 Roggen, Parzellen 41—60 Erbsen.
11. a) Parzellen 1—20 Erbsen, Parzellen 21—40 Kartoffeln, Parzellen 41—60 Roggen. b) Roggen 10. Oktober 1894, Erbsen 9. Mai 1895, Kartoffeln 19. April 1895. c) Parzellen 1—20 23. August, Parzellen 21—40 21. bis 23. September, Parzellen 41—60 16. August 1894.
12. Wie im Vorjahr.
13. 10. Mai: Die Erbsen sind stellenweise durch Raupen beschädigt worden.
14.

Parzelle	Stärke der Ent- wässerung *cm*	Ertrag in *kg* pro *ha*				Mittlerer Ertrag an Knollen bezw. Korn	Stroh
		Erbsen.					
1, 2, 11, 12	150	850, 2250	825, 2825	800, 2305	650, 2070	781	2363
3, 4, 13, 14	125	775, 2425	875, 2625	925, 2050	700, 2100	819	2300
5, 6, 15, 16	100	800, 2900	680, 2770	720, 2075	730, 1980	733	2431
7, 8, 17, 18	75	630, 2270	650, 2150	640, 2200	850, 2150	693	2193
9, 10, 19, 20	50	600, 1750	630, 1520	850, 2050	830, 1950	728	1818
		Kartoffeln.					
21, 22, 31, 32	150	15 300, 11 900, 14 280, 12 100				13 395	
23, 24, 33, 34	125	10 065, 14 295, 11 235, 12 995				12 148	
25, 26, 35, 36	100	13 160, 12 100, 12 905, 12 985				12 788	
27, 28, 37, 38	75	13 500, 12 600, 12 740, 13 090				12 983	
29, 30, 39, 40	50	11 000, 6 800, 9 330, 6 540				8 418	

Parzelle	Stärke der Entwässerung *cm*	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag an Korn	Stroh
		Roggen.		
41, 42, 51, 52	150	1580, 3500 \| 1850, 3400 \| 2080, 4100 \| 2650, 4950	1990	3988
43, 44, 53, 54	125	1725, 3325 \| 1800, 3550 \| 1500, 2900 \| 1500, 3480	1631	3314
45, 46, 55, 56	100	1720, 3200 \| 1700, 3150 \| 1850, 3390 \| 1975, 3430	1811	3293
47, 48, 57, 58	75	1550, 3000 \| 1665, 3060 \| 1510, 2800 \| 2000, 3650	1681	3128
49, 50, 59, 60	50	1600, 2900 \| 1420, 2650 \| 1800, 3350 \| 1570, 3025	1598	2981

Versuchsjahr 1895/96.

1. **Versuch No. 9.**

3. H. Kedenburg in Giersdorf, Hellweger Moor.

9. Zu Roggen 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure und 30 *kg* Stickstoff, zu Hafer dieselben Mengen Kali und Phosphorsäure und 40 *kg* Stickstoff, zu Kartoffeln 60 000 *kg* Stalldünger.

10. Parzellen 1—20 Kartoffeln in Stalldünger, Parzellen 21—40 Roggen, Parzellen 41—60 Erbsen.

11. a) Parzellen 1—20 Hafer mit Untersaat von Klee, Parzellen 21—40 Kartoffeln, Parzellen 41 bis 60 Roggen.

12. Wie im Vorjahr.

13. 9. April: Der Roggen steht gut und gleichmässig. 1. Mai: Der Hafer ist gleichmässig gelaufen und hat von starken Nachtfrösten bis jetzt nicht gelitten. 8. Mai: Der Hafer hat auf den Parzellen, die über 75 *cm* entwässert sind, durch den Nachtfrost am 2. Mai gelitten. 11. Juni: Der Hafer steht auf den Parzellen, auf denen er nicht durch Frost beschädigt ist, vorzüglich, auf den durch Frost beschädigten ist er gut nachgewachsen. 27. Juni: Roggen und Kartoffeln stehen recht gut, ebenso der Hafer.

14.

Parzelle	Stärke der Entwässerung *cm*	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag an Knollen bezw. Korn	Stroh
		Hafer.		
1, 2, 11, 12	150	1970, 3570 \| 2980, 3870 \| 2420, 3820 \| 2440, 4280	2453	3885
3, 4, 13, 14	125	2590, 4200 \| 2140, 3740 \| 2210, 3870 \| 2170, 3520	2278	3833
5, 6, 15, 16	100	2470, 4430 \| 2550, 4440 \| 2500, 4090 \| 2490, 4370	2503	4333
7, 8, 17, 18	75	2760, 4320 \| 2580, 4280 \| 2390, 3670 \| 2210, 3790	2485	4015
9, 10, 19, 20	50	2690, 3790 \| 2760, 3900 \| 2570, 3720 \| 2920, 4660	2735	4017
		Kartoffeln.		
21, 22, 31, 32	150	22 070, 23 560, 25 035, 25 590	24 064	
23, 24, 33, 34	125	21 190, 21 930, 22 455, 22 825	22 100	
25, 26, 35, 36	100	22 060, 25 195, 20 135, 24 015	22 876	
27, 28, 37, 38	75	26 165, 20 300, 24 255, 21 095	22 954	
29, 30, 39, 40	50	21 710, 22 770, 20 700, 24 495	22 414	

Parzelle	Stärke der Entwässerung cm	Ertrag in *kg* pro *ha*				Mittlerer Ertrag an Korn	Mittlerer Ertrag an Stroh
		Roggen.					
41, 42, 51, 52	150	2200, 4500	2480, 4740	1990, 4020	2260, 4730	2333	4498
43, 44, 53, 54	125	2375, 4740	2100, 4785	2320, 4730	2340, 5000	2284	4814
45, 46, 55, 56	100	2160, 4675	2040, 4560	2360, 4820	2300, 4670	2215	4681
47, 48, 57, 58	75	2120, 4685	1820, 4280	1780, 4260	1870, 4410	1897	4409
49, 50, 59, 50	50	1530, 3750	1775, 4282	1360, 3750	1870, 4770	1633	4138

1. **Versuch No. 10.**

3. Vorsteher Gellner in Giersdorf, Hellweger Moor.

9. Wie Versuch No. 9, nur erhielten die Kartoffeln irrtümlich noch 30 *kg* Stickstoff pro Hektar.

10. Parzellen 1—20 Erbsen, Parzellen 21—40 Kartoffeln, Parzellen 41—60 Roggen.

11. a) Parzellen 1—20 Roggen, Parzellen 21—40 Hafer mit Klee und Gras, Parzellen 41—60 Kartoffeln.

12. Wie im Vorjahr.

13. 3. Juni: Der Hafer hat etwas vom Frost (in der Mitte des Stückes) gelitten. 9. April: Der Roggen steht etwas ungleichmässig. 24. April: Der Roggen hat sich gut entwickelt. 1. Mai: Der Hafer ist gleichmässig gelaufen. 7. Mai: Der Hafer ist am 2. Mai auf den Parzellen, die über 75 *cm* entwässert waren, ganz bis auf den Boden abgefroren. 21. Mai: Der erfrorene Hafer auf Parzellen 21—26 und 31—36 ist recht gut nachgewachsen. Der Roggen steht gut.

14.

Parzelle	Stärke der Entwässerung cm	Ertrag in *kg* pro *ha*				Mittlerer Ertrag an Knollen bezw. Korn	Mittlerer Ertrag an Stroh
		Roggen					
1, 2, 11, 12	150	2100, 4640	2250, 4640	2270, 4700	2250, 4700	2218	4670
3, 4, 13, 14	125	2350, 4750	2550, 5000	2060, 4300	2220, 4760	2295	4702
5, 6, 15, 16	100	2725, 4500	2540, 4430	2180, 4780	2360, 5050	2451	4690
7, 8, 17, 18	75	2300, 5350	2250, 5150	2450, 5600	2190, 5300	2298	5350
9, 10, 19, 20	50	1800, 4640	1840, 4750	1990, 5225	2000, 4690	1908	4827
		Hafer.					
21, 22, 31, 32	150	2680, 4370	2620, 4160	2430, 3600	2670, 4120	2600	4062
23, 24, 33, 34	125	2680, 4340	3040, 4940	2630, 3870	2780, 4080	2782	4307
25, 26, 35, 36	100	2880, 4290	2940, 4610	2880, 4210	2630, 4310	2832	4355
27, 28, 37, 38	75	2810, 4680	3130, 4570	2640, 4290	2570, 4140	2787	4420
29, 30, 39, 40	50	2620, 4310	2780, 4580	2530, 4140	2850, 4310	2695	4335
		Kartoffeln.					
41, 42, 51, 52	150	24 790, 24 240, 24 000, 25 085				24 529	
43, 44, 53, 54	125	22 675, 23 715, 21 480, 21 730				22 400	
45, 46, 55, 56	100	23 210, 24 215, 18 580, 17 660				20 916	
47, 48, 57, 58	75	26 725, 27 085, 20 050, 23 440				24 325	
49, 50, 59, 60	50	25 780, 24 325, 25 790, 24 820				25 177	

Versuchsjahr 1896/97.

1. **Versuch No. 11.**
3. H. Kedenburg in Giersdorf, Hellweger Moor.
9. 150 *kg* Kali und 100 *kg* Phosphorsäure und Parzellen 21—60 41,9 *kg* Stickstoff.
10. Parzellen 1—20 Hafer mit Untersaat von Klee, Parzellen 21—40 Kartoffeln, Parzellen 41—60 Roggen.
11. a) Parzellen 1—20 Klee, Parzellen 21—40 Hafer mit Untersaat von Klee und Gras, Parzellen 41—60 Kartoffeln. b) Parzellen 21—40 18. April, Parzellen 41—60 7. Mai. c) Hafer 150 *kg*, Kartoffeln 790 *kg*. e) Hafer 19. und 21. August, Kartoffeln 29. September.
13. a) Der im Vorjahr unter Hafer gesäete Klee war mässig gelaufen und wurde durch Schnecken so stark geschädigt, dass er umgepflügt werden musste. Die Parzellen 1—20 wurden darauf sofort mit einem Gemisch von Peluschken und Lupinen bestellt, das sich gut entwickelte und im Herbst untergebracht wurde. 30. Mai: Der Hafer steht auf Parzellen 21—30 besser, als auf Parzellen 31—40.
 b) *Die Parzellen 21—30 und 51—60 sind im Frühjahr 1897 im Untergrund gemergelt worden.*
14.

Im Untergrund gemergelt	Im Untergrund *nicht* gemergelt	Stärke der Entwässerung *cm*	Ertrag in *kg* pro *ha*: im Untergrund gemergelt		Ertrag in *kg* pro *ha*: nicht im Untergrund gemergelt		Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*: im Untergrund gemergelt, Knollen oder Korn	Stroh	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*: nicht im Untergrund gemergelt, Knollen oder Korn	Stroh
Hafer.										
21, 22	31, 32	150	2050, 3650	2130, 3575	1890, 2920	2030, 3140	2090	3613	1960	3030
23, 24	33, 34	125	2150, 3300	2220, 3575	1840, 3000	2050, 3225	2185	3438	1945	3113
25, 26	35, 36	100	2390, 3650	2230, 3500	2140, 3475	2030, 3150	2310	3575	2085	3313
27, 28	37, 38	75	2090, 3525	2310, 3775	2160, 3350	2130, 3380	2200	3650	2145	3365
29, 30	39, 40	50	2000, 3500	2610, 4650	1760, 3050	2200, 3860	2305	4075	1980	3455
Kartoffeln.										
51, 52	41, 42	150	12 400,	13 200	7 600,	8 950	12 800		8 275	
53, 54	43, 44	125	12 600,	12 750	10 700,	11 500	12 675		11 100	
55, 56	45, 46	100	13 850,	11 600	10 750,	12 000	12 725		11 375	
57, 58	47, 48	75	11 700,	11 500	10 600,	9 500	11 600		10 050	
59, 60	49, 50	50	12 150,	14 700	12 300,	14 200	13 425		13 250	

Zusammenstellung.

Kartoffeln.

Durchschnittsertrag pro *ha* in *kg*.

Stärke der Entwässerung *cm*	1891/92 Versuch No. 1	1891/92 Versuch No. 2	1892/93 Versuch No. 3	1892/93 Versuch No. 4	1893/94 Versuch No. 5	1893/94 Versuch No. 6	1894/95 Versuch No. 7	1894/95 Versuch No. 8	1895/96 Versuch No. 9	1895/96 Versuch No. 10
150	16 050	9 990	11 586	21 250	7744	15 550	18 450	13 395	24 064	24 529
125	12 375	12 154	12 275	22 845	8724	16 650	19 505	12 148	22 100	22 400
100	12 063	13 288	12 894	23 311	7738	14 862	17 769	12 788	22 876	20 916
75	13 795	11 539	13 808	25 489	7821	12 800	18 368	12 983	22 954	24 325
50	13 250	12 103	15 816	26 991	9445	11 550	20 438	8 418	22 414	25 177

Roggen.

Durchschnittsertrag an Korn und Stroh pro *ha* in *kg*.

Stärke der Entwässerung	1891/92				1892/93				1893/94			
	Versuch No.				Versuch No.				Versuch No.			
cm	1		2		3		4		5		6	
150	1500	2800	1437	3190	1450	2131	1588	2488	1056	2638	2125	3900
125	1423	2850	1600	3490	1150	1805	1712	2622	1000	2494	2194	4019
100	1403	2838	2045	4250	1400	2275	2100	3175	1125	2638	2325	4544
75	1305	2763	2450	4902	1550	2556	2562	4018	1056	2450	2438	4975
50	1613	3450	2213	4477	1839	3038	2962	4675	1631	3494	2125	4769

Stärke der Entwässerung	1894/95				1895/96			
	Versuch No.				Versuch No.			
cm	7		8		9		10	
150	2078	3850	1990	3988	2233	4498	2218	4670
125	2025	3870	1631	3314	2284	4814	2295	4702
100	1930	3663	1811	3293	2215	4681	2451	4690
75	2118	3980	1681	3128	1897	4409	2298	5350
50	2158	4138	1598	2981	1633	4138	1908	4827

Erbsen.

Durchschnittsertrag an Korn und Stroh pro *ha* in *kg*.

Stärke der Entwässerung	1891/92				1892/93				1893/94				1894/95			
	Versuch No.				Versuch No.				Versuch No.				Versuch No.			
cm	1		2		3		4		5		6		7		8	
150	903	1865	453	1226	264	1041	1131	1375	781	1969	1092	1946	403	2090	781	2363
125	678	1853	465	1640	296	1313	1306	1591	694	2275	985	2330	506	2413	819	2300
100	915	2065	634	2328	338	1585	1394	1975	1006	2244	938	2162	414	2066	733	2431
75	828	1915	700	2811	608	1781	1519	2294	1088	2138	834	2112	303	1794	693	2193
50	615	2003	613	2556	711	1743	1344	2363	1088	2125	1225	1844	275	1480	728	1518

Hafer.

Durchschnittsertrag an Korn und Stroh pro *ha* in *kg*.

Stärke der Entwässerung	1895/96			
	Versuch No.			
cm	9		10	
150	2453	3885	2600	4062
125	2278	3833	2782	4307
100	2503	4333	2832	4355
75	2485	4015	2787	4420
50	2735	4017	2695	4335

In den folgenden Tabellen sind die verschiedenen Stufen der Entwässerung mit 1—5, wobei 1 der schwächsten, 5 der stärksten entspricht, bezeichnet. Die Erträge sind ebenfalls mit den Zahlen 1—5 bezeichnet, so dass 5 den höchsten, 1 den geringsten Ertrag der betreffenden Reihe darstellt.

Kartoffeln.

Stärke der Entwässerung	1891/92		1892/93		1893/94		1894/95		1895/96	
	Versuch No.		Versuch No.		Versuch No.		Versuch No.		Versuch No.	
cm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
5	5	1	1	1	2	4	3	5	5	4
4	2	4	2	2	4	5	4	2	1	2
3	1	5	3	3	1	3	1	3	3	1
2	4	2	4	4	3	2	2	4	4	3
1	3	3	5	5	5	1	5	1	2	5

Roggen.

Stärke der Entwässerung	1891/92				1892/93				1893/94				1894/95				1895/96			
	Versuch No.				Versuch No.				Versuch No.				Versuch No.				Versuch No.			
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	
cm	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.
5	4	2	1	1	3	2	1	1	2	3	1	1	3	2	5	5	4	3	2	1
4	3	4	2	2	1	1	2	2	1	2	3	2	2	3	2	4	5	5	3	3
3	2	3	3	3	2	3	3	3	4	4	4	3	1	1	4	3	3	4	5	2
2	1	1	5	5	4	4	4	4	3	1	5	5	4	4	3	2	2	2	4	5
1	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5	2	4	5	5	1	1	1	1	1	4

Erbsen.

Stärke der Entwässerung	1891/92				1892/93				1893/94				1894/95			
	Versuch No.				Versuch No.				Versuch No.				Versuch No.			
	1		2		3		4		5		6		7		8	
	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.	K.	St.
5	4	2	1	1	1	1	1	1	2	1	4	2	4	4	4	4
4	2	1	2	2	2	2	2	2	1	5	3	5	5	5	5	3
3	5	5	4	3	3	3	4	3	3	4	2	4	3	3	3	5
2	3	3	5	5	4	5	5	4	4	3	1	3	2	2	1	2
1	1	4	3	4	5	4	3	5	5	2	5	1	1	1	2	1

Hafer.

Stärke der Entwässerung	1895/96			
	Versuch No.			
	9		10	
cm	K.	St.	K.	St.
5	2	2	1	1
4	1	1	3	2
3	4	5	5	4
2	3	3	4	5
1	5	4	2	3

Bei *Kartoffeln* ist nach vorstehenden Tabellen der *höchste* Ertrag erzielt worden in 10 Fällen:

5 mal bei einer Entwässerung	1	50	*cm.*
1 " " " "	3	100	"
1 " " " "	4	125	"
3 " " " "	5	150	"

Der *niedrigste* Ertrag wurde gewonnen:

2 mal bei einer Entwässerung	1	50	*cm.*
4 " " " "	3	100	"
1 " " " "	4	125	"
3 " " " "	5	150	"

Bei *Roggen* wurde der *höchste* Ertrag an *Korn* in 10 Fällen geerntet:

5 mal bei einer Entwässerung	1	50	*cm.*
2 " " " "	2	75	"
1 " " " "	3	100	"
1 " " " "	4	125	"
1 " " " "	5	150	"

Der *höchste* Ertrag an *Stroh*:

5 mal bei einer Entwässerung	1	50	*cm.*
3 " " " "	2	75	"
1 " " " "	4	125	"
1 " " " "	5	150	"

Der *niedrigste* Ertrag an *Korn* wurde erzielt in 10 Fällen:

3 mal bei einer Entwässerung	1	50	*cm.*
1 " " " "	2	75	"
1 " " " "	3	100	"
2 " " " "	4	125	"
3 " " " "	5	150	"

Der *niedrigste* Ertrag an *Stroh*:

2 mal bei einer Entwässerung	1	50	*cm.*
2 " " " "	2	75	"
1 " " " "	3	100	"
1 " " " "	4	125	"
4 " " " "	5	150	"

Bei *Erbsen* wurde der *höchste* Ertrag an *Korn* in 8 Fällen geerntet

3 mal bei einer Entwässerung	1	50	*cm.*
2 " " " "	2	75	"
1 " " " "	3	100	"
2 " " " "	4	125	"

Der *höchste* Ertrag an *Stroh*:

1 mal bei einer Entwässerung	1	50	*cm.*
2 " " " "	2	75	"
2 " " " "	3	100	"
3 " " " "	4	125	"

Der *niedrigste* Ertrag an *Korn*:

2 mal bei einer Entwässerung	1	50	*cm.*
2 „ „ „ „	2	75	„
1 „ „ „ „	3	100	„
3 „ „ „ „	5	150	„

Der *niedrigste* Ertrag an *Stroh*:

3 mal bei einer Entwässerung	1	50	*cm.*
1 „ „ „ „	4	125	„
4 „ „ „ „	5	150	„

Hafer brachte den *höchsten* Ertrag an *Korn* in 2 Fällen:

1 mal bei einer Entwässerung	1	50	*cm.*
1 „ „ „ „	3	100	„

Den *höchsten* Ertrag an *Stroh*:

1 mal bei einer Entwässerung	2	75	*cm.*
1 „ „ „ „	3	100	„

Den *niedrigsten* Ertrag an *Korn*:

1 mal bei einer Entwässerung	4	125	*cm.*
1 „ „ „ „	5	150	„

Den *niedrigsten* Ertrag an *Stroh*:

1 mal bei einer Entwässerung	4	125	*cm.*
1 „ „ „ „	5	150	„

Bei Kartoffeln, Roggen (Korn und Stroh) ist somit der höchste Ertrag am häufigsten bei der schwächsten Entwässerung auf 50 *cm* Tiefe erzielt worden, bei Erbsen ebenfalls der Ertrag an Korn, der an Stroh dagegen bei der Entwässerung auf 125 *cm*; bei Hafer ist die Zahl der Versuche so gering, dass kaum ein Schluss daraus gezogen werden kann. Der *niedrigste* Ertrag wurde bei Kartoffeln am häufigsten erhalten bei 100 *cm*, bei *Roggenkorn* bei 50 und 150 *cm*, bei *Stroh* bei 150 *cm*, bei Erbsenkorn bei 150 *cm*, bei *Stroh* desgleichen.

Wenn sich auch im allgemeinen die Entwässerung auf 50 *cm* Tiefe, wie sie in den Hochmoorkolonien seit lange gebräuchlich ist, als die vorteilhafteste erwiesen hat, so treten doch bei den vorstehenden Versuchen nicht allein in den verschiedenen Jahren, sondern selbst in ein und demselben Jahr bei derselben Frucht sehr starke Verschiedenheiten und einander widersprechende Beobachtungen hervor. Im Jahre 1891/92 wird z. B. bei Kartoffeln auf der einen Versuchsfläche bei 150 *cm* Entwässerung der Maximalertrag, auf der anderen, nicht weit davon abgelegenen, bei derselben Stärke der Wassersenkung der Minimalertrag erreicht; im Jahre 1893/94 kehrt sich das Verhältnis nahezu um und im Jahre 1895/96 wird auf beiden Flächen nahezu derselbe hohe Ertrag bei 150 *cm* Entwässerung gewonnen, der auf der ersten (Versuch 9) den Höchstertrag, auf der zweiten

den zweithöchsten Ertrag (Versuch 10) darstellt. Ähnliche Erscheinungen treten bei Roggen auf. Auch ist im allgemeinen keine grosse Regelmässigkeit in der Ab- oder Zunahme der Erträge bei Zu- oder Abnahme der Entwässerungstiefe bei demselben Versuch zu beobachten, wenn die höheren oder geringeren Erträge auf die am stärksten oder schwächsten entwässerten Parzellen fallen. Es ist ja sehr wohl denkbar, dass zu bestimmten Früchten die Entwässerung auf 50 *cm* zu schwach, auf 150 zu stark ist, so dass die am besten geeignete Entwässerungstiefe in dem betreffenden Versuchsjahr in der Mitte liegt. Wenn auch für einzelne Fälle sich eine derartige Reihenfolge in den Erträgen ergiebt, so ist doch in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle eine solche Reihenfolge nicht zu beobachten. Es ist ferner zu beachten, dass die Unterschiede in den Erträgen nicht selten recht gering sind und sicher kleiner als die Fehlergrenzen, die für die Versuche gelten. Die Wirkung einer verschieden starken Entwässerung wird selbstverständlich von einer grossen Anzahl verschiedenster Faktoren abhängig sein; unter diesen werden, abgesehen von der Art der angebauten Gewächse, die *Menge* und *Verteilung* der Niederschläge, die *Bodenbeschaffenheit*, namentlich die Gegenwart einer grösseren oder geringeren Moostorfschicht im Untergrund, die als Wasserreservoir für die Oberflächenschicht wirkt, und deren Zersetzungszustand, die *Durchschnittstemperatur* in den verschiedenen Perioden der Entwicklung in erster Reihe stehen. Nur in Jahren mit sehr extremen Witterungsverhältnissen, wie es das Jahr 1893 war, dessen Dürre in ihrer Wirkung dadurch noch gesteigert wurde, dass das ebenfalls verhältnismässig regenarme Jahr 1892 voranging, tritt die nachteilige Wirkung einer stärkeren Entwässerung des Hochmoorbodens sehr regelmässig bei allen Flächen und allen Früchten hervor.

Nach den Beobachtungen der meteorologischen Station in Bremen [1]) betrug die Gesamt-Niederschlagshöhe:

Im Jahre		In den Monaten März bis September einschl.	
1891	787,4 *mm*.	1891	559,7 *mm*.
1892	566,3 „	1892	437,9 „
1893	621,7 „	1893	438,9 „
1894	802,7 „	1894	663,1 „

Die Niederschlagshöhen in der seit 1894 im Hellweger Moor etwa 1—2 *km* von den Versuchsfeldern eingerichteten Regenstation Hintzendorf [2]) sind folgende:

Im Jahre		In den Monaten März bis September einschl.	
1894	741,5 *mm*.	1894	513,5 *mm*.
1895	722,9 „	1895	515,6 „
1896	643,8 „	1896	528,9 „

[1]) Dr. P. Bergholz, Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen im Jahre 1892, 1893, 1894 u. s. w.

[2]) Ebd. Jahrg. 1894, 1895, 1896.

Regelmässige Beziehungen zwischen der Wirkung verschieden starker Entwässerung und der Regenmenge sind mithin auch nicht aufzufinden.

Da andererseits durch vielfältige Versuche und durch die praktische Erfahrung festgestellt ist, dass die Pflanzen auf Hochmoorboden gegen eine verhältnismässig geringe Verminderung des Wassergehaltes unter das Optimum sehr empfindlich reagieren, so müssen wir annehmen, dass andere nicht näher bestimmbare Faktoren in normalen Jahren vielfach einen grösseren Einfluss auf die Vegetation ausgeübt haben, als die geringere oder grössere Stärke der Entwässerung, dass deren Wirkung jedoch nur in Jahren mit extremen Witterungsverhältnissen so stark gewesen ist, dass die Wirkung der verschiedenen Entwässerung sehr deutlich hervortrat.

Auf dem neuen Versuchsfeld der Moor-Versuchs-Station im Maibuscher Moor sind bereits ähnliche Versuche eingeleitet, bei denen dieselbe Frage nach verschärften Methoden bearbeitet wird.

Von wesentlicher Bedeutung für die Frage und mit ihr im engsten Zusammenhang stehend ist die Tiefe der Wurzelschicht, aus der die Pflanzen ihren Wasserbedarf schöpfen. Durch Kalkung des Untergrundes und durch die dadurch erzielte Vertiefung des Wurzelbettes wird die Wasserversorgung der Pflanzen besser und sicherer. Man wird nach Entsäuerung des Untergrundes die Entwässerung nicht nur kräftiger gestalten dürfen, sondern müssen, um die Ackergewächse die Vorteile der Verstärkung des Wurzelbettes ausnutzen zu lassen. Bei Versuch No. 11, der in obigen Zusammenstellungen nicht berücksichtigt ist und der bei Besprechung der Kalkfrage eingehender erörtert werden soll, zeigt sich bei Kartoffeln sehr deutlich, wie durch die Vertiefung des Wurzelbettes die ungünstigen Wirkungen der zu starken Entwässerung zum Teil aufgehoben werden.

Als praktisch wichtigstes Ergebnis der vorstehenden Versuche ist das zu verzeichnen, dass für die beiden Hauptmoorfrüchte Kartoffeln und Roggen sich im Durchschnitt aller Versuche die Entwässerung auf ca. 50 cm Tiefe am besten bewährt hat, eine Erfahrung, die im grossen und ganzen mit dem seit langem in den Moorkolonien geübten Verfahren übereinstimmt. Unter Umständen kann jedoch die Entwässerung ohne Schaden verstärkt werden. Es wird die Aufgabe fortgesetzter Versuche sein müssen, die noch schwebenden Fragen zu beantworten und namentlich zu untersuchen, in wie weit die Stärke der zweckmässigsten Entwässerung von der Tiefe des Wurzelbettes abhängig ist.

VI. Über die Wirkung kalkhaltiger Meliorationsmittel in verschiedener Form und verschiedener Menge auf Hochmoorboden.

Die umfangreichen, von M. Fleischer im 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station veröffentlichten Versuche über die Wirkung kalkreicher Meliorationsmittel auf Hochmoorboden[1]) hatten in der Hauptsache zu folgenden Ergebnissen geführt:

[1]) M. Fleischer, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Vers.-Stat. S. 182.

Übereinstimmend bei allen Versuchen hatte die Kalkung und Mergelung bei allen Früchten (Erbsen, Roggen, Kartoffeln) und auf allen Bodenformen, auf altkultiviertem Land, auf aus der Heide umgebrochenem und auf vorher gebranntem Hochmoorboden im ersten Jahr eine sehr günstige Wirkung ausgeübt. Wurde ausschliesslich Kunstdünger verwendet, so wurden nur nach voraufgehender Kalkung oder Mergelung befriedigende Erträge erzielt. Dagegen war die Nachwirkung der Kalkung oder Mergelung in den folgenden Jahren fast bei allen Versuchen eine wenig günstige. Es trat dieses am deutlichsten hervor auf dem durch Brennkultur besonders stark ausgesogenen Boden, aber auch auf dem schwächer gebrannten Moor zeigte sich bereits im zweiten Jahr ein Rückgang der Erträge, der um so grösser war, je stärker die Kalkung oder Mergelung gewesen war. Auf dem aus Heide umgebrochenen, also mit einer zersetzten Humusschicht von gewisser Stärke versehenen Boden war die Nachwirkung im ersten Jahre noch günstig, im zweiten bringen jedoch nur noch die am schwächsten mit Kalk oder Mergel gedüngten Parzellen höhere Erträge, als die ungekalkten, die stärker gekalkten bleiben dahinter zurück. Selbst auf Hochmoorböden, die durch längere Stalldungwirtschaft mit Pflanzennährstoffen angereichert waren, trat nach kürzerer oder längerer Zeit ein schädlicher Einfluss der Kalkzufuhr hervor.

Diese ausserordentlich auffallende Erscheinung, die für die Hochmoorkultur von allergrösster Bedeutung ist, wurde von FLEISCHER *in erster Linie auf die durch die Kalkzufuhr verursachte Verflachung der Ackerkrume zurückgeführt, eine Erklärung, deren Richtigkeit durch die vielfältigen Untersuchungen, die nachdem angestellt worden sind, durchaus bestätigt worden ist.*

Um die unheilvolle Wirkung des Schwundes der Ackerkrume auf die Erträge des Hochmoorbodens begreiflich erscheinen zu lassen, ist es nötig, kurz die Bodenverhältnisse des Hochmooracker zu schildern. Unter der Oberflächenschicht, der eigentlichen Ackerkrume, die mehr oder weniger humifiziert und zersetzt erscheint und eine wechselnde Tiefe besitzt, lagert als Untergrund fast völlig unzersetzter, roher und stark saurer Moostorf, der für gewöhnlich nicht durch die Ackergeräte gelockert wird und selbst auf Flächen in sehr alter Kultur noch stark saure Beschaffenheit zeigt.[1]) In diesen sauren Untergrund dringen die Wurzeln der Kulturgewächse nicht ein;[2]) dieselben sind mithin in ihrer Ernährung und Wasserversorgung völlig auf die Oberflächenschicht angewiesen.

[1]) TACKE und IMMENDORFF, Mitt. d. Ver. z. Förderung der Moorkultur 1896, 14, S. 113; vergl. ferner weiter unten die Abhandlung über den Gehalt des Hochmoorbodens an freien Humussäuren.

[2]) Die wild auf dem Hochmoorboden wachsenden Pflanzen verhalten sich gegen den sauren Moostorfuntergrund verschieden, und es wird eine interessante Aufgabe sein, die Gründe hierfür festzustellen. Die Heide (Calluna vulgaris) wurzelt z. B. nur in den besser zersetzten und stärker entsäuerten Oberflächenschichten, während die Wurzeln von Wollgras (Eriophorum) oder Benthalm (Molinia coerulea) tief in den sauren Moostorfuntergrund eindringen.

Besonders deutlich bringen die Abbildungen auf Tafel No. I das Verhalten der Wurzeln der Kulturgewächse gegen den stark sauren Moostorfuntergrund zur Anschauung.[1])

Die Pferdemöhren (Tafel No. I) sind im Versuchsgarten der Station im Maibuscher Moor gewachsen, auf einem Stück, dessen Ackerkrume sehr gering war und höchstens 10—12 *cm* betrug. Die eigentümlichen Wurzelformen sind lediglich dadurch entstanden, dass das Wachstum der Hauptwurzel in dem Augenblick gestört wurde, in dem dieselbe den stark sauren Untergrund erreichte. Da dieses in einem verhältnismässig jugendlichen Entwicklungszustand der Pflanzen der Fall war, so trat in fast allen Fällen eine sehr starke seitliche Krümmung der Wurzel oder nach Unterbrechung des Längenwachstums der Hauptwurzel eine stärkere seitliche Ausbildung der Nebenwurzeln ein. Wenn die Form der Wurzeln vielleicht die Meinung erwecken könnte, dass dieselbe mehr durch mechanische Hindernisse, Verhärtung des Untergrundes, verursacht sei, so lassen die örtlichen Beobachtungen und anderweitige Untersuchungen diese Annahme als nicht zutreffend erscheinen. In den Untergrund gleicher Beschaffenheit dringen z. B. die viel schwächeren Wurzeln bestimmter wilder, auf dem Hochmoor wachsender Gräser ohne Schwierigkeit ein. Bei Vegetationsversuchen mit Hochmoorböden, bei denen die Bodenschichtung in den Gefässen den natürlichen Verhältnissen nachgeahmt wird, indem erst eine Untergrundschicht aus Moostorf eingefüllt, darüber die eigentliche Kulturschicht aus sogen. Heidehumus gebracht wird, nachdem Untergrund wie Oberfläche erst durch ein feinmaschiges Sieb getrieben sind, tritt ebenfalls regelmässig die Erscheinung auf, dass die Wurzeln nur bis zur sauren Moostorfschicht eindringen. Von irgend welchen mechanischen Hindernissen kann hier nicht die Rede sein. Besonders beweisend für die Richtigkeit der Auffassung, dass es in erster Linie die *stark saure Beschaffenheit* des Untergrundes ist, die den Wurzeln das Eindringen in denselben verwehrt, ist das Ergebnis eines Vegetationsversuches, das auf Tafel No. II und III dargestellt ist.

In 3 mit Hochmoorboden aus dem Maibuscher Moor gefüllten Vegetationsgefässen war die Oberflächenschicht gleichmässig gedüngt und gemergelt, in Gefäss No. 1 blieb der Moostorfuntergrund unverändert, behielt also seine stark saure Beschaffenheit, in No. 2 war er durch Zusatz von Kalk auf $7^1/_2$ *cm* Tiefe, in No. 3 auf 15 *cm* Tiefe entsäuert, so dass die Stärke des durch Kalkung entsäuerten Wurzelbettes, nachdem der Boden sich wiederum gelagert hatte, betrug bei:

No. 1	No. 2	No. 3
14 *cm*	18 *cm*	28 *cm*.

Die auf den einzelnen Gefässen erzielten Pferdemöhren hatten eine Wurzellänge von:

No. 1	No. 2	No. 3
12,9 *cm*	16,4 *cm*	25,8 *cm*.

[1]) Ausserdem sei auf die Vegetationsversuche über den Einfluss der Untergrundskalkung, sowie die Ermittlungen über den Gehalt der verschiedenen Schichten des Hochmoorbodens an freien Säuren hingewiesen.

Zwei andere Gefässe, No. 4 und No. 5, waren genau wie Gefäss No. 1 behandelt, bei No. 5 dem Moostorfuntergrund jedoch noch auf 8 *cm* Kalk in Form von Gips (also nicht in basisch wirkender Form) beigemischt in einer Quantität, die der Kalkmenge entsprach, die bei Versuch No. 2 in den Untergrund gebracht worden war. Die in den Gefässen No. 4 und 5 gewachsenen Pferdemöhren hatten gleichmässig eine Länge von 12,6 *cm*. Der Kalk als solcher vermag mithin den Wurzeln der Kulturgewächse den Untergrund nicht zugänglich zu machen, sondern nur der Kalk in *entsäuernd* wirkenden Verbindungen. Die Wurzeln erstreckten sich nur abwärts bis zur Grenze der entsäuerten Schichten und liessen dort in einzelnen Fällen ähnliche seitliche Abzweigungen und Krümmungen erkennen, wie sie in stärkerem Grade bei den auf Tafel No. I dargestellten Pferdemöhrenwurzeln aufgetreten sind.

Der Verlust der Oberflächenschicht an Volumen durch die allmähliche Zersetzung der Moormasse und den Übergang faseriger, sperriger Bestandteile in dichte, erdige Massen wird bei der Stalldüngerwirtschaft auf dem Hochmoorboden wieder mehr oder weniger ausgeglichen, zumal in der Regel grosse Mengen von Dünger, der unter reichlicher Einstreu von Moor (Moostorf) gewonnen wird, aufgebracht werden. Dort, wo jedoch nach der Zufuhr von Kalk oder Mergel vorwiegend oder ausschliesslich Kunstdünger verwendet wird, ist in kurzer Zeit eine starke Schwächung der Ackerkrume unvermeidlich, wenn nicht stetig durch Anschneiden des sauren Moostorfuntergrundes und Aufpflügen desselben in die Oberflächenschicht der Volumenverlust in derselben ersetzt wird. Vor dem Aufbringen des Moostorfes in die Krume haben jedoch die Mooranbauer eine grosse Scheu. Wenn auch zugegeben werden muss, dass dabei unter Umständen mit einer gewissen Vorsicht zu verfahren ist, so stehen doch diesem Vorgehen durchaus keine Bedenken entgegen, wenn es zur richtigen Zeit geschieht.

Wie wichtig die Erhaltung einer Ackerschicht von genügender Stärke auf dem Hochmoorboden unter den geschilderten Verhältnissen ist, geht aus dem weiter unten zahlenmässig gebrachten Nachweis hervor, dass die Erträge durch relativ geringe Unterschiede in der Tiefe der Krume stark beeinflusst werden, und häufig in höherem Grade, als durch eine einseitige oder geringere oder stärkere Düngung.

Im folgenden sind die Ergebnisse einer Reihe von Versuchen seit dem Jahre 1891/92 dargestellt, die bis auf die letzte Gruppe vor dem Jahre 1891 schon durch Fleischer eingeleitet waren und zum Teil in ihren Ergebnissen bereits im 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station dargestellt worden sind. Namentlich die Versuche unter b haben zu der Erkenntnis der ungünstigen Nachwirkung des Kalkens oder Mergelns, wie sie oben eingehend dargelegt worden ist, geführt. Die Versuche haben zum Gegenstand:

a) die Wirkung von gebranntem Kalk im Vergleich mit Kreide (Versuch No. 1 und 2),

b) die Wirkung verschieden starker Kalkdüngungen in verschiedener Form (gebrannter Kalk und Mergel, Versuche No. 3—8),

c) die Wirkung einer wiederholten Kalkzufuhr auf Flächen, die vor längerer Zeit Kalk oder Mergel erhalten haben (Versuch No. 9 und 10)[1]).

Bei den Versuchen unter b galt es vornehmlich die Frage zu beantworten:

1. ob auf Feldern, auf denen die schädlichen Wirkungen der Kalkung oder Mergelung bereits aufgetreten waren, es gelingt, durch sorgfältiges, tiefes Pflügen die Schäden zu heilen;
2. ob auf neu angelegten Versuchsflächen die Schädigungen verhütet werden, wenn von vornherein auf die Erhaltung einer genügend starken Ackerkrume durch tiefes Pflügen sorgfältigst geachtet wird.

1. **Versuch No. 1.**
2. Bodenform Ea.
3. H. Hesse in Hintzendorf, Hellweger Moor.
4. Früher in Dungkultur genützt, ziemlich altes Hochmoorackerland.
5. 20 *a*.
6. Wirkung von Kalk in Form von gebranntem Kalk und Kreide von Hertha auf Rügen.
7. b) 1890: Parzellen 9—14 pro Hektar 3000 *kg* gebrannter Kalk, entsprechend 2300 *kg* Calciumoxyd, Parzellen 1—3, 5—8, 15—17, 19 und 20 pro Hektar 4579 *kg* Kreide mit demselben Kalkgehalt.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. 150 *kg* Kali als Kainit, 100 *kg* Phosphorsäure als Thomasmehl, kein Stickstoff.
10. Pferdebohnen und Kapuzinererbsen.
11. a) Winterroggen. b) 10. Oktober 1891. c) 155 *kg* pro Hektar. d) 30. Juli 1892. e) 8. August 1892.
12. Nach der Aberntung der Leguminosen zur Saat tief gepflügt, Kainit und Thomasmehl am 9. Oktober gestreut und eingeeggt.
13. 4. April 1892: Parzellen 4 und 18 sind etwas gegen die übrigen zurück.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag an Erntemasse in *kg* pro *ha*	Mittel Korn	Mittel Stroh
4, 18	ohne Kalk	1350, 3500 \| 1475, 3525	1412	3512
1, 2, 3, 5	Kreide	1550, 5550 \| 1575, 4850 \| 1525, 4700 \| 1425, 4100	1649	4554
6, 7, 8, 15		1700, 5025 \| 1650, 4550 \| 1575, 4700 \| 1340, 2950		
16, 17, 19, 20		1725, 4225 \| 1925, 4600 \| 1750, 4300 \| 2050, 5100		
9, 10, 11, 12	Kalk	1625, 3900 \| 1575, 3825 \| 2000, 5000 \| 1625, 4250	1782	4337
13, 14		1715, 4270 \| 2150, 4775		

[1]) Über die vorläufigen Ergebnisse der Versuche ist fortlaufend in den jährlichen Thätigkeitsberichten der Station in den Protokollen der Central-Moor-Kommission (Bd. 27 bis 39) berichtet worden.

8. *Versuchsjahr 1892/93.*
9. Stalldünger pro Hektar 50000 *kg*.
10. Roggen.
11. a) Kartoffeln. b) 29. April 1893. c) 1283 *kg*. d) 27. Oktober 1893.
12. Nach der Roggenernte flach gepflügt und geeggt, später tief gepflügt.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittel *kg*
4, 18	ohne Kalk	29 575 \| 19 000	24 288
1, 2, 3, 5 6, 7, 8, 15 16, 17, 19, 20	Kreide	30 100 \| 29 330 \| 29 350 \| 25 480 29 650 \| 29 720 \| 30 250 \| 29 845 28 550 \| 26 700 \| 22 950 \| 23 955	27 990
9, 10, 11, 12 13, 14	Kalk	27 550 \| 27 300 \| 28 450 \| 25 395 23 920 \| 23 625	26 040

1. **Versuch No. 2.**
2. Ea.
3. H. D. Fricke in Schanzendorf, Hellweger Moor.
4. Altes Kulturland, bislang mit Stalldünger gedüngt.
5. 20 *a*.
6. Wie bei Versuch No. 1.
7. b) Parzellen 3 und 13 ohne Kalk, Parzellen 1, 2, 4, 5, 11, 12, 14, 15 4579 *kg* Kreide pro Hektar, Parzellen 6, 7, 8, 9, 10, 16, 17, 18, 19, 20 3000 *kg* gebrannter Kalk im Herbst 1890.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. 150 *kg* Kali in Kainit, 100 *kg* Phosphorsäure in Thomasmehl, kein Stickstoff.
10. Pferdebohnen und Kapuzinererbsen.
11. a) Winterroggen. b) 13. Oktober 1891. c) 155 *kg* pro Hektar. d) 2. August 1892. e) 13. August 1892.
12. Wie bei Versuch No. 1.
13. 21. November 1891: Stand des Roggens gut. 8. April 1892: Der Roggen ist gut durch den Winter gekommen. 5. Mai 1892: Farbe des Roggens mässig. 14. Mai 1892: Kaltes Wetter und Nachtfröste hemmen die Entwicklung des Roggens sehr. 20. Mai 1892: Roggen nur mässig kräftig entwickelt.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittel Korn	Mittel Stroh
3, 13	ohne Kalk	1675, 3950 \| 1325, 3050	1500	3500
1, 2, 4, 5 11, 12, 14, 15	Kreide	1825, 4475 \| 1775, 4375 \| 1650, 4125 \| 1850, 4650 1375, 3700 \| 1400, 3475 \| 1375, 3475 \| 1575, 3750	1603	4003
6, 7, 8, 9 10, 16, 17, 18 19, 20	Kalk	1850, 4175 \| 1625, 3725 \| 1825, 4675 \| 1675, 4275 1500, 3850 \| 1525, 3500 \| 1275, 3100 \| 1250, 2900 1200, 3100 \| 1375, 3000	1510	3630

8. *Versuchsjahr 1892/93.*
9. Stalldünger 60000 *kg* pro Hektar.
10. Winterroggen.
11. a) Kartoffeln. d) 5. Oktober 1893.
12. Nach der Ernte flach, dann im November tief gepflügt.
13. a) Juli: Die Kartoffeln stehen gut im Kraut. b) Auf Parzellen 3, 1, 2, 4, 5 und 10 wurden verschiedene Sorten von Kartoffeln: Gelbe Rosen, Kosmopolitan und Junker angebaut.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag an Knollen pro *ha*	Mittel
13	ohne Kalk	30 950	30 950
11, 12, 14, 15	Kreide	30 800 \| 30 050 \| 31 500 \| 32 300	31 163
6, 7, 8, 9	Kalk	30 700 \| 31 250 \| 31 450 \| 31 550	31 256
16, 17, 18, 19		30 000 \| 30 050 \| 31 550 \| 32 450	
20		32 300	

8. *Versuchsjahr 1893/94.*
9. 150 *kg* Kali (Kainit), 100 *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl), 30 (zu Roggen) und 45 *kg* (zu Hafer) Stickstoff (Chilisalpeter).
10. Kartoffeln.
11. a) Parzellen 3, 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 Roggen, die übrigen Hafer als Überfrucht für Klee und Gras. c) 100 *kg* pro Hektar.
13. b) Der Hafer musste des Unkrautes wegen grün gemäht werden.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag Korn	Mittlerer Ertrag Stroh
3	ohne Kalk	1550, 3300	1550	3300
1, 2, 4, 5	Kreide	1225, 3600 \| 1175, 3025 \| 1300, 3175 \| 1425, 3600	1281	3350
6, 7, 8, 9	Kalk	1600, 3900 \| 1400, 3500 \| 1300, 3225 \| 1300, 3000	1390	3390
10		1350, 3325		

8. *Versuchsjahr 1894/95.*
9. 150 *kg* Kali (Kainit), 100 *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl).
10. Parzellen 3, 1, 2, 4, 5, 6—10 Roggen, auf den übrigen Hafer (grün abgemäht).
11. a) Klee und Gras. b) 1894 pro Hektar 8 *kg* Trifolium pratense, 10 *kg* Trifolium hybridum, 3,25 *kg* Phleum pratense, 3,25 *kg* Avena elatior, 6,5 *kg* Lolium italicum, 2,5 *kg* Lolium perenne, 2,25 *kg* Dactylis glomerata 0,50 *kg* Carum Carvi. 1895 Nachsaat: 8,6 *kg* Trifolium pratense, 9,10 *kg* Trifolium hybridum, 6,8 *kg* Phleum pratense. d) 1. Schnitt 2. Juli 2. Schnitt 11. und 12. September 1895.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* frischer Masse pro *ha* 1. Schnitt	Ertrag in *kg* frischer Masse pro *ha* 2. Schnitt	Mittel des Ertrages 1. Schnitt	Mittel des Ertrages 2. Schnitt	Gesamtertrag 1. u. 2. Schnitt
3	ohne Kalk	7400	3525	7 400	3 525	10 92
1, 2, 4, 5	Kreide	25860, 25100, 30210, 28680	16050, 13245, 16670, 15315	27 463	15 320	42 78
6, 7, 8, 9, 10	Kalk	27570, 27810, 28070, 28860, 28210	17225, 18325, 19295, 18015, 16950	28 104	17 962	46 06
13	ohne Kalk	18430	13060	18 430	13 060	31 49
11, 12, 14, 15	Kreide	38180, 36070, 34170, 33190	20000, 21625, 20375, 18375	35 403	20 094	55 49
16, 17, 18, 19, 20	Kalk	41100, 39150, 19920, 33130, 28660	20620, 21750, 22220, 20500, 18270	32 392	20 672	53 06

8. *Versuchsjahr 1895/96.*
9. 150 *kg* Kali (Kainit), 125 *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl).
10. Im Jahre 1893/94 Parzellen 3, 1, 2, 4, 5, 6—10 Roggen, auf den übrigen Hafer.
11. a) Klee und Gras. d) 1. Schnitt 19. Juni, 2. Schnitt 25. August.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha* frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag in *kg* pro *ha* frischer Masse 2. Schnitt	Mittel des Ertrages 1. Schnitt	Mittel des Ertrages 2. Schnitt	Gesamtertrag 1. u. 2. Schnitt
3	ohne Kalk	15200	12850	15 200	12 850	28 05
1, 2, 4, 5	Kreide	18720, 20450, 15925, 14700	16000, 16650, 13800, 13450	17 449	14 975	32 42
6, 7, 8, 9, 10	Kalk	19350, 18150, 17270, 15500, 13350	17150, 17100, 14500, 13500, 12250	16 724	14 900	31 62
13	ohne Kalk	15600	15500	15 600	15 500	31 10
11, 12, 14, 15	Kreide	14700, 15750, 12600, 11175	12750, 13150, 11800, 10200	13 556	11 975	25 53
16, 17, 18, 19, 20	Kalk	14150, 13250, 13950, 13150, 11600	14300, 14500, 13300, 9650, 7000	13 220	11 750	24 97

8. *Versuchsjahr 1896/97.*
9. 150 *kg* Kali (Kainit), 100 *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl), 37,5 *kg* Stickstoff (Chilisalpeter).
10. Klee und Gras.
11. a) Winterroggen. b) Anfang Oktober. c) 175 *kg*. e) 5. August.
12. Nach dem 2. Schnitt des Kleegrases wurde sofort tief gepflügt, nachher flach.
13. a) 7. April: Der Roggen zeigt eine vorzügliche Farbe. 23. Juni: Der Roggen steht vorzüglich.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag Korn	Mittlerer Ertrag Stroh
3, 13	ohne Kalk	3440, 6430 \| 2350, 4180	2895	5305
1, 2, 4, 5	Kreide	1800, 4170 \| 1960, 4400 \| 2360, 5330 \| 2800, 5580	2176	4852
11, 12, 14, 15		1600, 4030 \| 2400, 5520 \| 2140, 4740 \| 2350, 5050		
6, 7, 8, 9	Kalk	2220, 5171 \| 2300, 5900 \| 2150, 6630 \| 2160, 5000	2200	5398
10, 16, 17, 18		2380, 5400 \| 2170, 5150 \| 2260, 4940 \| 2360, 4890		
19, 20		2300, 5300 \| 1690, 5600		

1. **Versuch No. 3.** (3. Bericht S. 193).
2. Bodenform Ea.
3. H. D. Fricke in Schanzendorf, Hellweger Moor.
4. Seit längerer Zeit in Stalldungkultur.
5. 24 *a*.
6. Wirkung von Kalk, Mergel und Gips auf Hochmoor.
7. b) Gekalkt Herbst 1881.
9. 150 *kg* Kali (Kainit), 100 *kg* Phosphorsäure (Thomasmehl) und 15 *kg* Sticktoff (Chilisalpeter).
10. Erbsen.
11. a) Winterroggen. b) 13. Oktober 1891. c) 155 *kg* pro Hektar. d) 2. August 1892. e) 14. und 16. August 1892.
12. Nach der Ernte geeggt, anfang Oktober tief zur Saat gepflügt.
13. 21. November 1891: Roggen steht gut. 8. April 1892: Bemerkenswerte Unterschiede in den einzelnen Parzellen nicht vorhanden. 14. Mai: Ziemlich guter Bestand; zwischen den verschiedenen Parzellen treten Unterschiede auf. 20. Mai 1892: Die Parzellen mit den grössten Kalk- oder Mergelgaben zeigen den schlechtesten Bestand.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Stroh
12	ohne Kalk	1650, 3750	1650	3750
1, 13	2 000 *kg* gebrannter Kalk	1575, 3325 \| 1600, 3575	1587	3450
3, 15	4 000 „ „ „	1325, 2750 \| 1400, 3175	1362	2962
11, 24	6 000 „ „ „	1050, 2550 \| 1675, 3875	1362	3212
9, 22	8 000 „ „ „	800, 2025 \| 1150, 2975	975	2500
6	3 000 „ Ülzener Mergel	1600, 3300	1600	3300
2, 14	6 000 „ „ „	1675, 3650 \| 1750, 3650	1712	3650
4, 16	12 000 „ „ „	1200, 2800 \| 1575, 3475	1387	3137
10, 23	18 000 „ „ „	950, 1150 \| 2075, 3000	1050	2537
8, 21	24 000 „ „ „	575, 1650 \| 975, 2500	775	2075
7, 19	601 „ Gips	1450, 3450 \| 1450, 3200	1450	3325
5, 18	1 202 „ „	1650, 3350 \| 1500, 3650	1575	3500
17, 20	4 810 „ „	1500, 3550 \| 1475, 3375	1487	3462

8. *Versuchsjahr 1892/93.*
9. 60 000 *kg* Stalldünger pro Hektar.
10. Winterroggen.
11. a) Kartoffeln. b) 28. April 1893. c) 940 *kg* pro Hektar. d) 5. Oktober 1893.
12. Nach der Roggenernte die Stoppeln flach gepflügt, darauf wiederholt geeggt, im November tief zur Saat gepflügt.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag an Knollen in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
12	ohne Kalk	27 500	27 500
1, 13	2 000 *kg* gebrannter Kalk	29 150, 29 650	29 400
3, 15	4 000 „ „ „	30 000, 29 900	29 950
11, 24	6 000 „ „ „	27 700, 30 200	28 950
9, 22	8 000 „ „ „	23 700, 28 600	26 150
6	3 000 „ Ülzener Mergel	23 775	23 775
2, 14	6 000 „ „ „	29 500, 29 650	29 575
4, 16	12 000 „ „ „	27 450, 29 450	28 450
10, 23	18 000 „ „ „	26 400, 29 650	28 025
8, 21	24 000 „ „ „	24 375, 29 000	26 688
7, 19	601 „ Gips	26 675, 28 450	27 563
5, 18	1 202 „ „	29 675, 28 100	28 888
17, 20	4 801 „ „	28 850, 29 200	29 025

1. **Versuch No. 4** (3. Bericht S. 201).
2. Bodenform D.
3. Joh. Stegmann in Schanzendorf, Hellweger Moor.
4. Nicht abgetorftes Hochmoor, früher durch Brennkultur völlig ausgenutzt, dann 1 Jahr brach gelegen, gekalkt im Herbst 1885.
5. 30 *a*.
6. Wirkung verschiedener Kalk- und Mergelgaben.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. 75 000 *kg* Stalldünger.
10. Kartoffeln.
11. a) Winterroggen. b) 15. Oktober 1892. c) 154 *kg* pro Hektar. d) 3. und 4. August. e) 11. und 12. August 1892.
12. Nach der Kartoffelernte wurde der Acker geeggt, dann der Stalldünger gleichmässig ausgebreitet und untergepflügt, der Roggen doppelzinkig eingeeggt.
13. 13. Dezember 1891: Der Roggen steht namentlich auf Parzellen 21—30 ungleichmässig. 4. April 1892: Bestand in der Mitte der Ackerstücke sehr dünn, besonders Parzellen 21—30. 20. Mai: Sehr üppiger, aber ungleichmässiger Stand. 27. Mai: Warmes Wetter hat den Roggen in seiner Entwicklung kräftig gefördert.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*			Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*	
					Korn	Stroh
6, 15, 24	ohne Kalk	2600, 5600	2520, 5600	2200, 4750	2440	5317
7, 18, 21	2 000 *kg* gebrannter Kalk	2300, 5100	2430, 5600	2180, 4570	2330	5090
5, 19, 22	4 000 „ „ „	2180, 5050	2360, 5370	1300, 3150	1947	4523
4, 20, 23	6 000 „ „ „	2000, 4450	1890, 4250	1260, 3130	1717	3943
1, 17, 28	5 200 „ Verdener Mergel	2230, 4650	2250, 5100	1670, 3950	2050	4567
2, 16, 29	10 400 „ „ „	2400, 5200	2230, 5200	1470, 3680	2033	4693
3, 14, 30	15 600 „ „ „	1900, 4300	1970, 4750	1300, 3520	1723	4190
8, 11, 27	3 700 „ Ülzener „	2400, 5750	2460, 5300	2220, 4850	2360	5300
9, 12, 26	7 400 „ „ „	2120, 5030	2260, 4900	2100, 4800	2160	4910
10, 13, 25	11 100 „ „ „	1950, 4480	1670, 3930	1650, 3750	1757	4053

8. *Versuchsjahr 1892/93.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure und 30 *kg* Stickstoff.
10. Roggen in Stalldünger.
11. a) Hafer als Überfrucht, Klee und Gras. b) 14. April 1893; Klee und Gras, anfang Mai; Samengemisch siehe Versuch No. 2. c) 100 *kg* Hafer. d) 7. August 1893. e) 19. August 1893.
12. Nach der Roggenernte flach gepflügt, später geeggt, dann tief zur Saat gepflügt, Kunstdünger am 24. und 25. November auf die rauhe Furche gestreut.
13. 21. Mai: Der Hafer steht dünn infolge von Dürre und Nachtfrösten. Die obere Ackerschicht ist auf 3—5 *cm* völlig ausgetrocknet.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*			Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*	
					Korn	Stroh
6, 15, 24	ohne Kalk	870, 2850	950, 2900	700, 2050	840	2600
7, 18, 21	2 000 *kg* gebrannter Kalk	800, 2750	800, 2550	650, 2250	750	2517
5, 19, 22	4 000 „ „ „	570, 2120	450, 1650	300, 1600	440	1790
4, 20, 23	6 000 „ „ „	370, 1420	250, 1400	300, 1400	307	1407
1, 17, 28	5 200 „ Verdener Mergel	850, 2470	850, 2400	500, 1600	733	2157
2, 16, 29	10 400 „ „ „	700, 2320	650, 2150	300, 1250	550	1907
3, 14, 30	15 600 „ „ „	420, 1820	550, 2250	350, 1500	440	1857
8, 11, 27	3 700 „ Ülzener „	850, 3000	950, 2800	600, 2050	800	2617
9, 12, 26	7 400 „ „ „	650, 2250	800, 2600	700, 2450	717	2433
10, 13, 25	11 100 „ „ „	300, 1400	650, 2600	450, 1600	467	1867

8. *Versuchsjahr 1893/94.*
9. 150 *kg* Kali und 100 *kg* Phosphorsäure.
10. Hafer.

11. a) Klee und Gras; im Frühjahr 1894 nachgesät 3,0 *kg* Trifolium pratense, 4,5 *kg* Trifolium hybridum, 2,25 *kg* Phleum pratense, 3,00 *kg* Avena elatior, 5,25 *kg* Lolium italicum und 3,00 *kg* Dactylis glomerata.

13. Juni: Die Nachsaat ist ziemlich gut gelaufen, das kalte und trockene Wetter war jedoch für die Entwicklung wenig günstig. Juli: Nach anhaltendem Regen hat sich die Nachsaat gut erholt, die Gräser sind jedoch von blasser Farbe.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag an frischer Masse in *kg* pro *ha* 1. Schnitt	Ertrag an frischer Masse in *kg* pro *ha* 2. Schnitt	Mittlerer Ertrag an frischer Masse in *kg* pro *ha* 1. Schnitt	Mittlerer Ertrag an frischer Masse in *kg* pro *ha* 2. Schnitt	Gesamtertrag in *kg* pro *ha*
6, 15, 24	ohne Kalk	4300, 4550, 3550	6450, 6040, 5350	4133	5947	10 080
7, 18, 21	2 000 *kg* gebrannter Kalk	4300, 5500, 4250	4525, 5075, 2430	4683	4010	8 693
5, 19, 22	4 000 „ „ „	4950, 5300, 4700	3325, 1700, 2075	4983	2370	7 353
4, 20, 23	6 000 „ „ „	6200, 8200, 5500	4875, 2475, 2150	6633	3167	9 800
1, 17, 28	5 200 „ Verdener Mergel	4300, 5100, 3350	3850, 5750, 5400	4250	5000	9 250
2, 16, 29	10 400 „ „ „	4700, 5150, 3850	4000, 2550, 1470	4567	2673	7 240
3, 14, 30	15 600 „ „ „	5700, 6250, 4600	4200, 2400, 1500	5517	2700	8 217
8, 11, 27	3 700 „ Ülzener „	4950, 5050, 3750	6630, 3440, 6600	4583	5557	10 140
9, 12, 26	7 400 „ „ „	4600, 5100, 3650	3125, 4150, 3800	4450	3692	8 142
10, 13, 25	11 100 „ „ „	5300, 5800, 3650	2550, 3220, 2275	4917	2682	7 599

8. *Versuchsjahr 1894/95.*

9. 150 *kg* Kali und 100 *kg* Phosphorsäure.

10. Kleegras.

11. a) Kleegras, 1 Schnitt.

13. b) *Die im Ertrag besonders hohen Parzellen hatten einen recht guten Bestand von Schotenklee* (Lotus uliginosus).

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha* 1 Schnitt	Mittlerer und Gesamt-Ertrag in *kg* pro *ha*
6, 15, 24	ohne Kalk	10 220, 9 600, 8 960	9 593
7, 18, 21	2 000 *kg* gebrannter Kalk	9 320, 11 080, 6 840	9 080
5, 19, 22	4 000 „ „ „	9 200, 6 300, 5 680	7 060
4, 20, 23	6 000 „ „ „	11 350, 6 350, 6 950	8 217
1, 17, 28	5 200 „ Verdener Mergel	8 150, 10 950, 18 550	12 550
2, 16, 29	10 400 „ „ „	8 850, 8 200, 7 800	8 283
3, 14, 30	15 600 „ „ „	10 900, 7 140, 10 900	9 647
8, 11, 27	3 700 „ Ülzener „	10 875, 10 080, 16 600	12 518
9, 12, 26	7 400 „ „ „	8 720, 8 720, 11 720	9 720
10, 13, 25	11 100 „ „ „	6 275, 7 120, 8 700	7 365

8. *Versuchsjahr 1895/96.*

9. 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure und 45 *kg* Stickstoff.

10. Kleegras.

11. a) Winterroggen. b) 31. Oktober 1895. c) 175 *kg*. e) 13. und 14. August 1896.

12. *Die Parzellen 1—10 sind irrtümlich gleich tief umgepflügt, nachher flach bearbeitet worden. Die Parzellen 11—30 zuerst flach geschält, später tief gepflügt.* Die Durchschnittserträge in der folgenden Tabelle sind für die verschieden bearbeiteten Parzellenreihen getrennt berechnet worden.

13. 9. April: Der Roggen steht auf Parzelle 1—10 besser als auf den übrigen. 22. April: Der Roggen hat einen mässigen Stand, steht auf Parzelle 1—10 jedoch besser als auf Parzelle 11—30.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
6	ohne Kalk	1250, 4425	1250	4425
15, 24	„ „	965, 3560 \| 1025, 3650	995	3605
7	2 000 *kg* gebrannter Kalk	1250, 4420	1250	4420
18, 21	2 000 „ „ „	1220, 3825 \| 1075, 3425	1148	3625
5	4 000 „ „ „	1200, 3900	1200	3900
19, 22	4 000 „ „ „	1170, 3520 \| 1160, 3950	1165	3735
4	6 000 „ „ „	1200, 3910	1200	3910
20, 23	6 000 „ „ „	1075, 3260 \| 975, 3190	1025	3225
1	5 200 „ Verdener Mergel	1225, 3990	1225	3990
17, 28	5 200 „ „ „	1025, 3700 \| 1100, 4300	1063	4000
2	10 400 „ „ „	1225, 3750	1225	3750
16, 29	10 400 „ „ „	925, 3100 \| 1020, 3690	873	3395
3	15 600 „ „ „	1175, 3560	1175	3560
14, 30	15 600 „ „ „	900, 2850 \| 1135, 4160	1018	3505
8	3 700 „ Ülzener „	1450, 4640	1450	4640
11, 27	3 700 „ „ „	1215, 3720 \| 1265, 4450	1240	4085
9	7 400 „ „ „	1285, 3850	1285	3850
12, 26	7 400 „ „ „	1030, 3275 \| 1035, 3650	1033	3463
10	11 100 „ „ „	1130, 3350	1130	3350
13, 25	11 100 „ „ „	990, 3110 \| 970, 3375	980	3243

8. *Versuchsjahr 1896/97.*

9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure und 45 *kg* Stickstoff.

10. Winterroggen.

11. a) Kartoffeln. b) 4. Mai. c) 1000 *kg* pro Hektar. e) 1. und 2. Oktober 1897.

13. 23. Juni: Kartoffeln stehen gleichmässig. 2. Juli: Parzellen 1, 2, 11, 12, 13, 21, 22 haben etwas unter Nässe gelitten.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag an Knollen in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
6, 15, 24	ohne Kalk	20 200, 18 500, 20 280	19 660
7, 18	2 000 *kg* gebrannter Kalk	21 760, 21 930	21 845
5, 19	4 000 „ „ „	17 180, 16 980	17 080
4, 20, 23	6 000 „ „ „	12 930, 13 970, 13 830	13 577
17, 28	5 200 „ Verdener Mergel	19 350, 17 480	18 415
16, 29	10 400 „ „ „	17 500, 14 590	16 045
3, 14, 30	15 600 „ „ „	13 370, 17 150, 13 270	14 597
8, 27	3 700 „ Ülzener „	20 760, 18 790	19 775
9, 26	7 400 „ „ „	20 280, 17 160	18 720
10, 25	11 100 „ „ „	14 550, 16 740	15 645

1. **Versuch No. 5** (s. 3. Ber. S. 206).
2. Bodenform B.
3. J. GELLNER in Giersdorf, Hellweger Moor.
4. Das Feld hat nach dem Brennen zu Buchweizenbau lange Zeit in Heide gelegen, wurde im Sommer 1886 für die Kultur vorbereitet, im Jahre 1887, wie unten angegeben, gemergelt.
5. 48 *a*.
6. Wirkung von Kalk und Mergel in verschiedener Form und Menge.
7. b) Parzellen 9, 24, 31, 46 ohne Kalk.
 „ 6, 16, 19, 30, 40, 43 2 000 *kg* gebrannter Kalk.
 „ 5, 8, 17, 20, 29, 32, 41, 44 4 000 „ „ „
 „ 4, 7, 18, 21, 28, 33, 42, 45 6 000 „ „ „
 „ 1, 10, 15, 25, 34, 39 5 050 „ Verdener Mergel.
 „ 2, 11, 14, 23, 26, 35, 38, 48 10 100 „ „ „
 „ 3, 12, 13, 22, 27, 36, 37, 47 15 150 „ „ „
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.
10. Winterroggen.
11. a) Kartoffeln. b) 4. Mai 1892. c) 917 *kg*. d) 5.—7. Oktober 1892.
12. Nachdem der Roggen eingeerntet, wurde die Fläche gepflügt und mit Serradella besät. Dieselbe entwickelte sich nur sehr kümmerlich. Ende Oktober wurde das ganze Feld tief zur Saat gepflügt, später Kainit und Thomasmehl auf die rauhe Furche gestreut.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag an Knollen in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
9, 24, 31, 46	ohne Kalk	15 850, 14 700, 12 100, 13 060	13 928
6, 16, 19, 30 40, 43	2 000 *kg* gebrannter Kalk	13 100, 11 550, 15 850, 14 250 8 525, 11,475	12 458

Parzelle	Düngung	Ertrag an Knollen in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
5, 8, 17, 20 29, 32, 41, 44	4 000 *kg* gebrannter Kalk	14 300, 14 775, 13 900, 12 750 12 600, 8 600, 8 700, 8 700	11 791
4, 7, 18, 21 28, 33, 42, 45	6 000 " " "	8 120, 13 250, 9 600, 11 375 9 725, 9 625, 9 950, 8 070	9 964
1, 10, 15, 25 34, 39	5 050 " Verdener Mergel	17 900, 14 925, 12 200, 11 475 10 950, 8 420	12 645
2, 11, 14, 23 26, 35, 38, 48	10 100 " " "	12 350, 12 050, 8 800, 13 500 9 900, 7 525, 6 825, 12 180	10 391
3, 12, 13, 22 27, 36, 37, 47	15 150 " " "	7 140, 8 540, 9 870, 11 000 6 600, 6 900, 7 025, 7 730	8 101

Im Jahre 1892/93 wurden Erbsen ohne Impferde gebaut, die bei der grossen Dürre des Jahres eine völlige Missernte brachten. Der Ertrag wurde nicht ermittelt.

8. *Versuchsjahr 1893/94.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.
10. a) Kartoffeln. b) 1. und 2. Mai 1894. c) 1316 *kg* pro Hektar. d) 24.—26. Oktober 1894.
13. a) Die Kartoffeln sind z. B. stark durch eine Tipula (Tipula oleracea?) beschädigt worden. Beim Bearbeiten und Reinigen der Kartoffeln ist ein grosser Teil der Schädlinge vernichtet worden. Der Bestand blieb jedoch ungleichmässig.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag an Knollen in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
9, 24, 31, 46	ohne Kalk	11 000, 15 100, 13 450, 13 750	13 325
6, 16, 19, 30 40, 43	2 000 *kg* gebrannter Kalk	16 550, 12 550, 15 800, 14 200 13 500, 13 700	14 383
5, 8, 17, 20 29, 32, 41, 44	4 000 " " "	16 050, 15 100, 14 500, 15 450 12 700, 14 450, 13 550, 13 400	14 400
4, 7, 18, 21 28, 33, 42, 45	6 000 " " "	10 150, 14 900, 12 950, 13 700 (9900) 14 600, 15 650, 14 050	13 238
1, 10, 15, 25 34, 39	5 050 " Verdener Mergel	16 100, 13 250, 12 950, 13 900 14 950, 13 650	14 133
2, 11, 14, 23 26, 35, 38, 48	10 100 " " "	14 200, 13 250, 13 400, 13 850 13 750, 12 700, 13 650, 16 100	13 863
3, 12, 13, 22 27, 36, 37, 47	15 150 " " "	11 150, 15 200, 14 400, 12 100 12 500, 13 250, 12 300, 13 850	13 094

8. *Versuchsjahr 1894/95.*

9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure und 45 *kg* Stickstoff. Herbst 1894 gleichmässig 4000 *kg* Seeschlick pro *ha.*

10. Kartoffeln.

11. a) Winterroggen. b) 5. November 1895. c) 150 *kg.* e) 14. und 15. August 1895.

13. a) 30. November 1894: Der Roggen ist durch Birkwild ziemlich stark beschädigt worden. 11. Mai 1895: Der Roggen steht ungleichmässig, auf den Parzellen ohne Kalk oder Mergel am besten.
b) Am 17. Mai wurden pro Hektar 50 *kg* Serradella unter den Roggen gesät, auf No. 1—12 (irrtümlich) ausserdem noch pro Hektar 75 *kg* Lupinen. Die Serradella erreichte eine üppige Entwickelung, namentlich auf den gekalkten Parzellen.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mitterer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
9, 24 31, 46	ohne Kalk	2020, 4000 \| 2100, 5800 1500, 3950 \| 2130, 4350	1938	4525
6, 16, 19 30, 40, 43	2 000 *kg* gebrannter Kalk	1700, 3250 \| 1825, 3900 \| 1155, 3250 1950, 4100 \| 2000, 3850 \| 1220, 3200	1642	3592
5, 8, 17 20, 29, 32 41, 44	4 000 „ „ „	1400, 2750 \| 1450, 3150 \| 1380, 2900 1600, 3500 \| 1690, 3450 \| 1850, 3850 1770, 3300 \| 1580, 3700	1590	3325
4, 7, 18 21, 28, 33 42, 45	6 000 „ „ „	1250, 2600 \| 1200, 3050 \| 1600, 3150 1325, 2880 \| 1175, 2450 \| 1800, 3650 1875, 3400 \| 1580, 3450	1476	3079
1, 10, 15 25, 34, 39	5 050 „ Verdener Mergel	1450, 3450 \| 1960, 3650 \| 1750, 3650 1450, 3700 \| 1850, 3900 \| 1800, 3450	1710	3633
2, 11, 14 23, 26, 35 38, 48	10 100 „ „ „	1470, 2700 \| 1600, 3130 \| 1300, 2850 1600, 3300 \| 1550, 3350 \| 1700, 3475 1500, 3050 \| 1875, 3575	1574	3179
3, 12, 13 22, 27, 36 37, 47	15 150 „ „ „	1145, 2310 \| 1300, 2550 \| 850, 2400 1350, 2900 \| 1600, 3150 \| 1675, 3450 1030, 2500 \| 1820, 3450	1346	2839

8. *Versuchsjahr 1895/96.*

9. 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure und 0 *kg* Stickstoff.

10. Roggen mit Untersaat von Serradella.

11. a) Hafer. b) 10. April 1896. c) 175 *kg.* e) 25. August 1896.

13. a) 1. Mai: Der Hafer ist sehr gleichmässig gelaufen und hat von dem starken Frost in der vorhergehenden Nacht nicht gelitten. 8. Mai: Wo im Herbst die Serradella schlecht stand, ist der Hafer in der Entwicklung zurück. Die Fläche trägt ein schachbrettähnliches Aussehen.

14.

Parzelle[1])	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
(9), 24, 31, 46	ohne Kalk	1660, 2850 \| 2280, 3880 1200, 1930 \| 1340, 1780	1607	2530
(6), 16, 19 30, 40, 43	2 000 *kg* gebrannter Kalk	2210, 5280 \| 2160, 3440 \| 2860, 5090 2560, 4000 \| 1750, 2680 \| 1140, 1610	2094	3364
(5), (8), 17 20, 29, 32 41, 44	4 000 „ „ „	2530, 5950 \| 2160, 4350 \| 3070, 6050 2520, 4660 \| 2610, 4090 \| 2810, 4310 2360, 3710 \| 1840, 3670	2535	4415
(4), (7), 18 21, 28, 33 42, 45	6 000 „ „ „	1275, 3110 \| 3020, 5360 \| 2090, 4910 2500, 4700 \| 1910, 3800 \| 2420, 3850 2010, 4040 \| 2210, 3320	2190	4103
(1), (10), 15 25, 34, 39	5 050 „ Verdener Mergel	2950, 3140 \| 2280, 4310 \| 2590, 3580 1610, 2480 \| 1820, 2920 \| 1830, 2890	2617	2968
(2), (11), 14 23, 26, 35 38, 48	10 100 „ „ „	2175, 4310 \| 2920, 6440 \| — — 2280, 4210 \| 2710, 4780 \| 2560, 4350 2550, 4570 \| 2620, 4140	2544	4410
(3), (12), 13 22, 27, 36 37, 47	15 150 „ „ „	1820, 4640 \| 1770, 4490 \| — — 2475, 5550 \| 2540, 4710 \| 2650, 3900 1860, 3960 \| 2470, 4500	2399	4524

8. *Versuchsjahr 1896/97.*

9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure und 41,9 *kg* Stickstoff.

10. Hafer.

11. a) Kartoffeln. b) 11. und 12. Mai. c) 1062 *kg*. e) 20. und 21. September 1897.

12. b) *Im Mai 1897 wurde das ganze Feld gleichmässig im Untergrund mit 6679 kg Misburger Mergel pro Hektar versehen (s. u.).*

13. 23. Juni: Die Kartoffeln sind recht gleichmässig gelaufen, jedoch stark verunkrautet. Auf einer Reihe von Parzellen wucherte die Moorquecke (Holcus mollis) sehr stark und schädigte die Entwicklung der Kartoffeln. In der folgenden Tabelle sind die betreffenden Parzellen in Klammer gesetzt und bei Ermittlung der Durchschnittserträge nicht mit berücksichtigt worden.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
9, 24, 31, 46	ohne Kalk	16 600, 19 700, 15 550, 15 250	16 775
6, 16, 19, 30 40, 43	2 000 *kg* gebrannter Kalk	19 500, 17 950, 12 550, 16 650 13 400, 12 100	15 358

[1]) Die eingeklammerten Parzellen hatten ausser Serradella noch eine Lupineneinsaat erhalten. Sie sind bei Berechnung der Mittelerträge nicht berücksichtigt worden.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
5, 8, 17, 20 (29), 32, 41, 44	4 000 *kg* gebrannter Kalk	19 900, 15 800, 17 500, 20 100 13 300, 18 500, 15 400, 13 850	17 293
4, 7, 18, 21 (28), 33, 42, 45	6 000 „ „ „	18 250, 16 700, 18 150, 19 200 10 750, 17 500, 16 750, 17 050	17 657
1, 10, 15, 25 (34), 39	5 050 „ Verdener Mergel	18 400, 19 400, 16 900, 13 900 13 300, 16 350	16 990
2, 11, 14, 23 26, (35), 38, 48	10 100 „ „ „	16 750, 19 450, 16 900, 20 250 16 300, 13 550, 17 650, 17 550	17 836
3, 12, 13, 22 (27), 36, 37, 47	15 150 „ „ „	17 900, 18 400, 13 300, 20 350 12 400, 15 150, 15 900, 18 500	17 071

1. **Versuch No. 6** (3. Bericht S. 208).
2. Bodenform C, vier Jahre vorher in Brandkultur genutzt.
3. H. Kedenburg in Giersdorf, Hellweger Moor.
4. Für den Versuch hergerichtet im Sommer 1888.
5. 30 *a*.
6. Wirkung von Kalk und Mergel in verschiedener Form und Menge.
7. b) Herbst 1888.

Parzellen 4, 17 und 26 ohne Kalk.

Parzelle	Gebrannter Kalk	Parzelle	Verdener Mergel	Parzelle	Ülzener Mergel
1, 15, 29	2000 *kg*	2, 14, 20	5350 *kg*	3, 24, 25	5050 *kg*.
5, 16, 30	4000 „	6, 8, 21	10700 „	7, 19, 27	10000 „
10, 18, 23	6000 „	9, 11, 22	16050 „	12, 13, 28	15150 „

8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Stalldünger 61 000 *kg* pro Hektar.
10. Winterroggen.
11. a) Kartoffeln. b) 5. und 6. Mai 1892. c) 830 *kg* pro Hektar. e) 7. und 8. Oktober 1892.
12. Nach der Ernte des Roggens wurde der Acker geeggt und mässig tief gepflügt, später geeggt und tief gepflügt.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
4, 17, 26	ohne Kalk	21 850, 21 700, 24 200	22 583
1, 15, 29	2 000 *kg* gebrannter Kalk	21 200, 18 750, 20 450	20 133
5, 16, 30	4 000 „ „ „	16 350, 15 600, 18 700	16 883
10, 18, 23	6 000 „ „ „	10 250, 10 800, 8 100	9 717

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
3, 24, 25	5 500 *kg* Ülzener Mergel	20 250, 19 000, 19 250	19 500
7, 19, 27	10 100 „ „ „	15 800, 15 050, 15 250	15 367
12, 13, 28	15 150 „ „ „	9 600, 12 600, 11 850	11 350
2, 14, 20	5 350 „ Verdener „	20 950, 19 770, 20 450	20 390
6, 8, 21	11 700 „ „ „	12 450, 14 400, 11 900	12 917
9, 11, 22	16 050 „ „ „	10 500, 6 900, 7 700	8 367

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. 175 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure und 45 *kg* Chilisalpeter.

10. Kartoffeln.

11. a) Winterroggen. c) 165 *kg.* d) 29. Juli 1893.

12. Der Kunstdünger wurde am 1. November gestreut, bald darauf der Roggen gesät und eingeeggt.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*			Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*	
					Korn	Stroh
4, 17, 26	ohne Kalk	2650, 4550	1375, 2575	2750, 4800	2258	3975
1, 15, 29	2 000 *kg* gebrannter Kalk	2800, 4800	1750, 3200	2825, 4700	2458	4233
5, 16, 30	4 000 „ „ „	2250, 4150	1600, 2950	2600, 4350	2150	3817
10, 18, 23	6 000 „ „ „	2450, 4100	1650, 2900	2000, 3600	2033	3533
3, 24, 25	5 500 „ Ülzener Mergel	2750, 4750	2750, 4250	2575, 4450	2692	4483
7, 19, 27	10 100 „ „ „	1725, 3225	2375, 3850	1850, 3450	1983	3508
12, 13, 28	15 150 „ „ „	2750, 4650	2075, 3700	1800, 3450	2208	3933
2, 14, 20	5 350 „ Verdener „	2600, 4600	2400, 3900	2650, 4475	2550	4325
6, 8, 21	11 700 „ „ „	1700, 3200	1775, 3350	1800, 3100	1758	3217
9, 11, 22	16 050 „ „ „	1900, 3300	2125, 3650	1700, 2950	1908	3300

8. *Versuchsjahr 1893/94.*

9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.

10. Roggen.

11. a) Kartoffeln. b) 18. Mai 1893. c) 1655 *kg* pro Hektar. d) 26., 27., 30. Oktober 1894.

12. Nach der Roggenernte flach gepflügt und geeggt, später tief gepflügt, den Kunstdünger auf die rauhe Furche ausgestreut. Im April tief gepflügt, geeggt und die Kartoffeln mit dem Spaten gepflanzt, später nochmals der Unkräuter wegen geeggt.

13. Juni: Die Kartoffeln sind etwas ungleich aufgegangen, einzelne Setzstellen fehlen noch. Juli: Etwas ungleicher Bestand, viel Unkraut.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
4, 17, 26	ohne Kalk	10 570, 10 965, 11 420	10 985
1, 15, 29	2 000 *kg* gebrannter Kalk	10 690, 9 760, 11 500	10 650
5, 16, 30	4 000 „ „ „	9 605, 9 380, 9 200	9 395
10, 18, 23	6 000 „ „ „	9 115, 8 045, 8 200	8 453
3, 24, 25	5 500 „ Ülzener Mergel	11 010, 10 010, 11 225	10 748
7, 19, 27	10 100 „ „ „	9 840, 9 465, 10 800	10 035
12, 13, 28	15 150 „ „ „	8 255, 7 630, 10 405	8 763
2, 14, 20	5 350 „ Verdener „	10 740, 9 765, 10 940	10 482
6, 8, 21	11 700 „ „ „	10 070, 10 215, 9 235	9 840
9, 11, 22	16 050 „ „ „	8 540, 8 635, 8 005	8 393

8. *Versuchsjahr 1894/95.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 45 *kg* Stickstoff.
10. Kartoffeln.
11. a) Sommerroggen mit Untersaat von Serradella. b) Roggen 18. April 1895, Serradella 17. Mai 1895. c) Roggen 160 *kg*, Serradella 50 *kg*. Die Serradella gedieh geradezu üppig. Parzellen 1—4, 10—14, 20—24 erhielten noch 75 *kg* Lupinen pro Hektar, die eine ziemlich gute Entwicklung erreichten.
13. a) 27. April 1895: Der Roggen ist gut und gleichmässig gelaufen. 10. Mai 1895: Der Roggen hat in der Nacht vom 7. zum 8. Mai vom Frost gelitten und gelbe Spitzen bekommen, besonders in der Nähe der Entwässerungsgräben.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*			Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
4, 17, 26	ohne Kalk	930, 3040	1030, 3200	970, 2880	977	3040
1, 15, 29	2 000 *kg* gebrannter Kalk	1100, 2460	1050, 3015	1330, 2850	1160	2775
5, 16, 30	4 000 „ „ „	840, 3340	1030, 2850	1270, 2900	1047	3030
10, 18, 23	6 000 „ „ „	580, 2790	810, 2820	840, 3100	743	2903
3, 24, 25	5 500 „ Ülzener Mergel	1000, 2680	1130, 2530	1130, 3030	1087	2747
7, 19, 27	10 100 „ „ „	890, 3140	1170, 2750	910, 2650	990	2847
12, 13, 28	15 150 „ „ „	560, 2000	660, 2145	950, 2710	723	2285
2, 14, 20	5 350 „ Verdener „	1020, 2700	1160, 2900	1045, 2310	1075	2637
6, 8, 21	11 700 „ „ „	800, 3350	740, 3080	930, 3055	823	3162
9, 11, 22	16 050 „ „ „	630, 2300	600, 2260	670, 2610	633	2390

8. *Versuchsjahr 1895/96.*
9. 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, kein Stickstoff.
10. Sommerroggen mit Untersaat von Serradella zur Gründüngung.
11. a) Kartoffeln. c) 643 *kg*. e) 28. und 29. September, 2. Oktober 1896.

13. a) 27. Juni: Die Kartoffeln stehen recht gut. 25. Juli: Die Kartoffeln haben sich gut entwickelt und zeigen eine vorzügliche Farbe.
b) Die Parzellen, die im Vorjahr neben Serradella eine Lupineneinsaat erhalten hatten, sind in der Tabelle eingeklammert, die Durchschnittserträge für dieselben besonders berechnet worden.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
(4) 17, 26	ohne Kalk	21 885 19 685, 20 305	(21 885) 19 995
(1) 15, 29	2 000 *kg* gebrannter Kalk	20 660 20 100, 20 765	(20 660) 20 432
5, 16, 30	4 000 „ „ „	23 065, 19 075, 21 985	21 375
(10), (23) 18	6 000 „ „ „	18 565, 20 080 16 690	(19 322) 16 690
(3), (24) 25	5 500 „ Ülzener Mergel	21 700, 19 700 19 735	(20 700) 19 735
7, 19, 27	10 100 „ „ „	20 980, 19 585, 19 005	19 857
(12), (13) 28	15 150 „ „ „	17 195, 22 380 17 315	(19 787) 17 315
(2), (14), (20)	5 350 „ Verdener „	22 730, 20 855, 19 885	(21 175)
6, 8 (21)	15 150 „ „ „	21 295, 19 785 20 005	20 540 (20 005)
(11) 9, (22)	16 050 „ „ „	18 600 19 390, 16 745	(17 672) 19 390

8. *Versuchsjahr 1896/97.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure und 41,9 *kg* Stickstoff (Stickstoff und Kali sind in Form von Kalisalpeter gegeben).
10. Kartoffeln in Gründüngung.
11. a) Hafer. b) 17. April. c) 175 *kg* pro Hektar. e) 19. August 1897.
13. 30. Mai: Der Hafer zeigt auf den einzelnen Parzellen grosse Unterschiede in der Entwicklung.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
4, 17, 26	ohne Kalk	2290, 4500 \| 2480, 4600 \| 2500, 5130	2423	4743
1, 15, 29	2 000 *kg* gebrannter Kalk	2120, 4440 \| 2210, 4090 \| 2610, 4400	2313	4310
5, 16, 30	4 000 „ „ „	1250, 3460 \| 2330, 4480 \| 1830, 3750	1803	3897
10, 18, 23	6 000 „ „ „	1010, 3280 \| 1480, 4690 \| 1620, 4560	1370	4177

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
3, 24, 25	5 500 *kg* Ülzener Mergel	2400, 4830 \| 2320, 5000 \| 2290, 5020	2337	4950
7, 19, 27	10 100 „ „ „	1710, 4040 \| 1720, 4720 \| 1580, 4950	1670	4570
12, 13, 28	15 150 „ „ „	1300, 4010 \| 1190, 3940 \| 1340, 3640	1277	3863
2, 14, 20	5 350 „ Verdener „	2510, 4900 \| 2380, 5130 \| 2300, 4300	2397	4777
6, 8, 21	11 700 „ „ „	1470, 3635 \| 1440, 3550 \| 1940, 4260	1617	3815
9, 11, 22	16 050 „ „ „	1500, 3420 \| 840, 3000 \| 1070, 3540	1137	3323

1. **Versuch No. 7 und No. 8.**
2. Versuch No. 7 Bodenform B, No. 8 Bodenform C.
3. L. Haltermann in Mitteldorf, Hellweger Moor.
4. Im Jahre 1890 (Versuch No. 7) und 1889 (No. 8) für die Kultur vorbereitet.
5. Versuch No. 7 30 *a*, No. 8 30 *a*.
6. Versuch No. 7 Wirkung von gebranntem Kalk und von Kreide von Hertha auf Rügen, No. 8 Wirkung von gebranntem Kalk in verschiedener Menge.
7. b) Versuch No. 7 3 Parzellen ohne Kalk, 13 Parzellen mit 4579 *kg* Kreide von Rügen, 14 Parzellen mit 3000 *kg* gebranntem Kalk; No. 8 10 Parzellen mit 3000 *kg*, 10 Parzellen mit 4000 *kg* und 10 Parzellen mit 5000 *kg* gebranntem Kalk.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. No. 7 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff. No. 8 desgl.
10. Winterroggen.
11. a) Kartoffeln. b) 2. und 3. Mai 1892. c) 940 *kg*. d) 29. und 30. September 1892.
12. Nach der Roggenernte mässig tief gepflügt, geeggt, im Oktober zur Saat tief gepflügt.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
		Versuch No. 7. Aus Heide kultiviert.	
5, 23, 26	ohne Kalk	10 160, 10 800, 10 680	10 550
1, 2, 3, 4	Kreide	18 320, 18 630, 16 420, 18 585	14 173
11, 12, 13, 14, 15		16 580, 16 110, 16 280, 16 890, 14 680	
21, 22, 24, 25		16 180, 17 150, 18 300, 16 300	
6, 7, 8, 9, 10	3000 *kg* gebr. Kalk	14 550, 16 375, 16 420, 17 830, 17 890	16 933
16, 17, 18, 19, 20		15 540, 18 300, 19 380, 18 700, 15 820	
27, 28, 29, 30		16 570, 17 280, 16 650, 15 750	

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
Versuch No. 8. Ausgebranntes Land.			
1, 2, 3, 4, 5 16, 17, 18, 19, 20	3000 *kg* gebr. Kalk	11 900, 12 190, 11 280, 11 450, 10 900 8 240, 9 220, 9 300, 8 970, 10 300	10 375
6, 7, 8, 9, 10 21, 22, 23, 24, 25	4000 „ „ „	11 860, 11 430, 13 480, 12 530, 10 200 6 700, 6 900, 7 050, 7 000, 7 730	9 488
11, 12, 13, 14, 15 26, 27, 28, 29, 30	5000 „ „ „	10 090, 9 260, 9 650, 9 100, 9 100 9 000, 9 300, 8 750, 9 050, 7 100	9 040

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Versuch No. 7 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 45 *kg* Stickstoff; No. 8 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.

10. Kartoffeln.

11. a) Roggen. b) 18. Oktober 1892. c) 165 *kg*. d) 21. Juli 1893. e) 9. und 10. August 1893.

12. Nach der Kartoffelernte tief gepflügt, den Kunstdünger eingeeggt, den Saatroggen doppeltzinkig eingeeggt.

13. Versuch No. 7. November 1892: Der Roggen steht gleichmässig und hat ein mässig breites, gut gefärbtes Blatt. 3. April 1893: Der Roggen hat einen guten Stand 9. Mai: Die Parzellen ohne Kalk sind hinter den mit Kalk oder Kreide zurück. Juni: Stand des Roggens fast gut. Versuch No. 8. November 1892: Der Roggen ist gleichmässig gelaufen, hat jedoch kein üppiges Blatt. 3. April 1893: Die Entwicklung des Roggens ist mässig. 9. Mai: Der Stand hat sich noch mehr verschlechtert. Juni: Der Stand hat sich nach der Chilidüngung gebessert.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
Versuch No. 7. Aus Heide kultiviert.				
5, 23, 26	ohne Kalk	1650, 4250 \| 1870, 4950 \| 1430, 3600	1650	4267
1, 2, 3 4, 11, 12 13, 14, 15 21, 22, 24 25	Kreide	2250, 4550 \| 2470, 4750 \| 2350, 4370 2220, 4600 \| 1900, 4400 \| 1950, 4450 2200, 4900 \| 2150, 4750 \| 1650, 3600 1970, 4350 \| 2150, 4550 \| 2270, 4600 1870, 3850	2108	4440
6, 7, 8 9, 10, 16 17, 18, 19 20, 27, 28 29, 30	gebrannter Kalk	1650, 3650 \| 1820, 4100 \| 2020, 4250 2150, 4600 \| 2080, 4250 \| 1850, 4000 2270, 4600 \| 2350, 4500 \| 2330, 4725 1700, 3750 \| 2300, 4300 \| 2180, 4350 2150, 4100 \| 1950, 4000	2057	4227

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
		Versuch No. 8. Ausgebranntes Land.		
1, 2, 3 4, 5, 16 17, 18, 19 20	3000 *kg* gebrannter Kalk	1670, 3150 \| 1650, 3200 \| 1600, 3100 1800, 3250 \| 2050, 3500 \| 1825, 3200 1800, 3050 \| 1725, 3050 \| 1770, 3250 2120, 3125	1801	3188
6, 7, 8 9, 10, 21 22, 23, 24 25	4000 „ „ „	1830, 3550 \| 1800, 3500 \| 1850, 3400 1850, 3400 \| 1750, 3350 \| 2250, 3700 2000, 3600 \| 2050, 3600 \| 1820, 3200 1950, 3250	1915	3455
11, 12, 13 14, 15, 26 27, 28, 29 30	5000 „ „ „	2000, 3525 \| 1800, 3300 \| 1720, 3300 1800, 3250 \| 1530, 2650 \| 1900, 3700 2270, 4000 \| 2250, 3950 \| 2220, 3800 2000, 3500	1949	3498

8. *Versuchsjahr 1893/94.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.
10. Roggen.
11. a) Kartoffeln. b) 2. Mai. c) 1011 *kg*. d) 21., 22. und 26. September 1894 No. 7; 26., 27. und 28. September No. 8.
12. Nach der Roggenernte flach gepflügt, geeggt, Anfang Oktober tief gepflügt. Im April geeggt, tief gepflügt und geeggt.
13. Versuch No. 7: Die Kartoffeln sind nicht ganz gleichmässig aufgegangen und z. T. durch die Tipula beschädigt. Juli: Die Kartoffeln entwickeln sich gut. No. 8: Juni: Ungleichmässiges Aufgehen, ziemlich starke Beschädigung durch die Tipula. Juli: Die Schädigung der Kartoffeln durch die Tipula dauert noch fort, die Kartoffeln treiben vielfach von neuem aus.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
		Versuch No. 7. Auf Heide kultiviert.	
5, 23, 26	ohne Kalk	17 250, 18 100, 18 300	17 883
1, 2, 3, 4 11, 12, 13, 14, 15 21, 22, 24, 25	Kreide	18 150, 18 550, 18 250, 18 225 17 875, 18 100, 20 050, 18 600, 19 175 18 100, 18 600, 18 000, 17 000	18 360
6, 7, 8, 9, 10 16, 17, 18, 19, 20 27, 28, 29, 30	gebrannter Kalk	17 300, 18 625, 19 125, 18 900, 18 725 18 125, 16 575, 18 825, 17 300, 16 950 17 500, 18 200, 17 550, 17 500	17 943
		Versuch No. 8. Ausgebranntes Land.	
1, 2, 3, 4, 5 16, 17, 18, 19, 20	3000 *kg* gebr. Kalk	9 800, 9 950, 10 400, 10 500, 10 600 8 300, 8 900, 11 500, 11 350, 10 000	10 130
6, 7, 8, 9, 10 21, 22, 23, 24, 25	4000 „ „ „	9 950, 10 600, 12 700, 12 000, 12 100 10 600, 10 400, 13 850, 10 400, 7 550	11 015
11, 12, 13, 14, 15 26, 27, 28, 29, 30	5000 „ „ „	8 800, 8 700, 10 050, 10 500, 10 150 8 750, 9 450, 12 000, 13 250, 9 100	10 075

8. *Versuchsjahr 1894/95.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure und 45 *kg* Stickstoff.
10. Kartoffeln.
11. a) Winterroggen. b) 22. Oktober 1894. c) 150 *kg*.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
		Versuch No. 7. Aus Heide kultiviert.		
5, 23, 26	ohne Kalk	2425, 5050 \| 2450, 4950 \| 2460, 5060	2445	5020
1, 2, 3 4, 11, 12 13, 14, 15 21, 22, 24 25	Kreide	1650, 3500 \| 1750, 3850 \| 1680, 3660 1920, 4150 \| 1700, 3850 \| 1850, 3950 1900, 4250 \| 1900, 3900 \| 1910, 3950 2000, 4050 \| 2000, 4100 \| 2100, 4150 2200, 4080	1889	3957
6, 7, 8 9, 10, 16 17, 18, 19 20, 27, 28 29, 30	gebrannter Kalk	1800, 3730 \| 2050, 4200 \| 2230, 4500 2270, 4750 \| 2150, 4450 \| 2150, 4500 1950, 4200 \| 2050, 4350 \| 2000, 4200 2200, 4450 \| 2100, 4450 \| 2200, 4700 2250, 4440 \| 2300, 4600	2121	4394
		Versuch No. 8. Ausgebranntes Land.		
1, 2, 3 4, 5, 16 17, 18, 19 20	3000 *kg* gebrannter Kalk	1150, 2500 \| 1140, 2850 \| 1400, 2650 1220, 2610 \| 1160, 2720 \| 1370, 2700 1175, 2590 \| 1250, 2680 \| 1160, 2450 1130, 2650	1215	2640
6, 7, 8 9, 10, 21 22, 23, 24 25	4000 " " "	1150, 2450 \| 1275, 2830 \| 1160, 2550 1150, 2620 \| 1070, 2350 \| 1150, 2600 1250, 2875 \| 1300, 2650 \| 1250, 2600 850, 2150	1161	2567
11, 12, 13 14, 15, 26 27, 28, 29 30	5000 " " "	1310, 2850 \| 1370, 3000 \| 1320, 2750 1150, 2460 \| 1350, 2900 \| 825, 2200 1070, 2600 \| 1125, 2600 \| 1060, 2450 1000, 2250	1158	2606

8. *Versuchsjahr 1895/96.*
9. 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 60 *kg* Stickstoff.
10. Winterroggen.
11. a) Kartoffeln. b) 6. April. c) 807 *kg*. d) 16. und 17. September.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
		Versuch No. 7. Aus Heide kultiviert.	
5, 23, 26	ohne Kalk	18 350, 21 317, 18 260	19 309
1, 2, 3, 4 11, 12, 13, 14 15, 21, 22, 24 25	Kreide	19 250, 20 600, 21 250, 20 150 18 470, 19 440, 19 410, 19 575 18 810, 21 675, 22 540, 22 050 22 600	20 448

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
6, 7, 8, 9 10, 16, 17, 18 19, 20, 27, 28 29, 30	gebrannter Kalk	17 960, 18 650, 20 260, 21 410 20 140, 20 370, 21 310, 21 550 21 860, 22 200, 22 580, 23 170 22 730, 21 680	21 134
	Versuch No. 8. Ausgebranntes Land.		
1, 2, 3, 4 5, 16, 17, 18 19, 20	3000 *kg* gebrannter Kalk	12 000, 13 430, 13 120, 14 225 14 350, 11 830, 12 510, 11 450 12 340, 10 600	12 729
6, 7, 8, 9 10, 21, 22, 23 24, 25	4000 „ „ „	14 120, 14 810, 12 950, 14 580 12 900, 13 300, 15 550, 14 590 10 120, 11 380	13 430
11, 12, 13, 14 15, 26, 27, 28 29, 30	5000 „ „ „	11 600, 12 310, 11 925, 11 525 9 960, 12 640, 14 670, 14 870 13 940, 12 820	12 630

8. *Versuchsjahr 1896/97.*
9. 150 *kg* Kali, 100 *kg* Phosphorsäure und 45 *kg* Stickstoff.
10. Kartoffeln.
11. a) Winterroggen mit Untersaat von Serradella. b) Roggen 28. Oktober, Serradella 25. Mai 1897. c) Roggen 150 *kg*, Serradella 50 *kg*. d) 3. und 4. August.
13. Versuch No. 7. 29. April: Der Roggen steht vorzüglich. 23. Juni: Die Serradella ist gut gelaufen. 26. Juli: Die Serradella steht im allgemeinen sehr gut, etwas geringer auf den nicht gekalkten Parzellen. Versuch No. 8: Der Roggen steht ziemlich befriedigend, jedoch viel schlechter als auf dem Heideland (No. 7). 23. Juni: Die untergesäte Serradella ist gut gelaufen. 26. Juli: Im allgemeinen gute Entwicklung der Serradella.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag pro *ha* in *kg*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
	Versuch No. 7. Aus Heide kultiviert.			
5, 23, 26	ohne Kalk	2450, 5280 \| 2810, 5740 \| 2440, 5470	2567	5497
1, 2, 3 4, 11, 12 13, 14, 15 21, 22, 24 25	Kreide	1900, 4510 \| 2020, 4920 \| 2110, 4600 2490, 5240 \| 2075, 4680 \| 3010, 5380 2715, 6070 \| 2625, 5700 \| 2580, 5430 2175, 4650 \| 2440, 5020 \| 2390, 5060 3035, 6110	2428	5182
6, 7, 8 9, 10, 16 17, 18, 19 20, 27, 28 29, 30	gebrannter Kalk	2390, 5130 \| 2640, 5220 \| 2830, 5770 2610, 5270 \| 2660, 5230 \| 2625, 5810 2590, 5450 \| 2720, 5810 \| 2575, 5600 2920, 6000 \| 2350, 5280 \| 2275, 5090 2625, 5600 \| 2510, 5310	2594	5469

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
		Versuch No. 8. Ausgebranntes Land.		
1, 2, 3 4, 5, 16 17, 18, 19 20	3000 *kg* gebrannter Kalk	1180, 3430 \| 1540, 4090 \| 1520, 3820 1230, 3400 \| 1110, 3180 \| 1710, 3780 1530, 3600 \| 1410, 3210 \| 1510, 3620 1090, 3210	1380	3534
6, 7, 8 9, 10, 21 22, 23, 24 25	4000 „ „ „	1340, 3350 \| 1520, 3480 \| 1620, 3700 1630, 3910 \| 1360, 3710 \| 1020, 2940 1030, 2950 \| 970, 2910 \| 1050, 2980 1130, 3550	1267	3348
11, 12, 13 14, 15, 26 27, 28, 29 30	5000 „ „ „	1560, 3550 \| 1530, 3600 \| 1670, 3930 1570, 3700 \| 1470, 3240 \| 1100, 3000 1270, 3370 \| 1240, 3310 \| 1020, 2720 1090, 2680	1352	3310

1. **Versuch No. 9.**
2. Eb. Hochmooracker in guter alter Kultur.
3. Vorsteher Gellner in Giersdorf, Hellweger Moor.
4. Bislang gleichmässig gedüngt, zu Halm- und Hackfruchtbau genutzt.
5. 12 *a*.
6. *Wirkung einer wiederholten Kalkung auf vor längerer Zeit gekalktem Hochmoor.* 12—15 Jahre vorher waren pro Hektar 3077 *kg* gebrannter Kalk gegeben worden.
7. b) Im Herbst 1894 wurde in folgender Weise nachgekalkt: Parzellen 1, 6, 7, 12 0 *kg*, Parzellen 2, 4, 8, 10 pro Hektar 800 *kg* gebrannter Kalk, Parzellen 3, 5, 9, 11 pro Hektar 1200 *kg*.
8. *Versuchsjahr 1894/95.*
9. 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure.
10. Roggen.
11. a) Erbsen. b) 20. April 1894. c) 203 *kg*. e) 22. August 1895.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
1, 6, 7, 12	ohne Kalk	1275, 4275 \| 1650, 3750 \| 1300, 3350 \| 1650, 4000	1469	3844
2, 4, 8, 10	800 *kg* gebr. Kalk	1475, 3875 \| 1575, 4375 \| 1600, 3950 \| 1475, 3775	1531	3994
3, 5, 9, 11	1200 „ „ „	1450, 4300 \| 1300, 4250 \| 1465, 3535 \| 1550, 4400	1441	4121

8. *Versuchsjahr 1895/96.*
9. 175 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, 15 *kg* Stickstoff.
10. Erbsen.
11. a) Roggen mit Untersaat von Serradella. c) 150 *kg* Roggen, 50 *kg* Serradella. d) 10. August.
13. 9. April: Der Roggen hat eine gute Farbe; Unterschiede sind nicht sichtbar.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
1, 6, 7, 12	ohne Kalk	1580, 4650 \| 1800, 4700 \| 1700, 4800 \| 1590, 4450	1668	4650
2, 4, 8, 10	800 *kg* gebr. Kalk	1550, 4400 \| 1440, 4050 \| 1600, 4540 \| 1545, 4650	1534	4410
3, 5, 9, 11	1200 „ „ „	1550, 4440 \| 1700, 4655 \| 1500, 4560 \| 1600, 4600	1588	4564

8. *Versuchsjahr 1896/97.*
9. 150 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure, kein Stickstoff.
10. Roggen mit Untersaat von Serradella. Die Serradella hatte eine üppige Entwicklung erreicht und wurde im Spätherbst umgepflügt.
11. a) Kartoffeln. b) 1. Mai. c) 1047 *kg*. e) 24. September 1897.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha*
1, 6, 7, 12	ohne Kalk	23 600, 23 400, 22 500, 24 700	23 550
2, 4, 8, 10	800 *kg* gebrannter Kalk	24 710, 23 500, 22 650, 22 000	23 215
3, 5, 9, 11	1200 „ „ „	24 000, 23 550, 22 300, 21 000	22 713

1. **Versuch No. 10.**
2. Eb. Altes Hochmoorackerland in guter Kultur.
3. H. D. Fricke in Schanzendorf, Hellweger Moor.
4. b) In Stalldungkultur unter zeitweiser Verwendung von Kunstdünger genützt.
5. 20 *a*.
6. *Wirkung der wiederholten Kalkung auf einer vor längerer Zeit gekalkten Hochmoorfläche.* 1885 Parzellen 1—9 mit 4000 *kg* gebranntem Kalk pro Hektar, 1884 Parzellen 10—20 mit 2670 *kg*, 1888 mit 1330 *kg* Kalk als Mergel versehen.
7. b) Herbst 1894 wurden die verschiedenen Parzellen wie folgt nachgekalkt: Parzellen 1, 6, 9, 12, 14, 15 0 *kg*, 2, 4, 7, 11, 13, 17, 19 pro Hektar 1675 *kg*, Parzellen 3, 5, 8, 10, 16, 18, 20 2550 *kg* Misburger Mergel.
8. Im Jahre 1894/95 trat bei Bohnen und Erbsen eine völlige Missernte durch Insektenschaden ein; eine Ermittlung fand nicht statt.

Versuchsjahr 1895/96.

9. 175 *kg* Kali, 125 *kg* Phosphorsäure und 45 *kg* Stickstoff.
10. Bohnen und Erbsen.
11. a) Winterroggen. c) 150 *kg* pro Hektar. e) 12. August 1896.
14.

Parzelle	Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha*	Mittlerer Ertrag in *kg* pro *ha* Korn	Stroh
1, 6, 9, 12, 14, 15	ohne Mergel	1190, 4530 \| 1580, 4945 \| 1275, 4000 1520, 5200 \| 1500, 4275 \| 1720, 5560	1464	4752
2, 4, 7 11, 13, 17 19	1675 *kg* Mergel	1560, 4880 \| 1345, 4390 \| 1540, 4700 1950, 6120 \| 1000, 3140 \| 1580, 5400 1890, 5080	1552	4816
3, 5, 8 10, 16, 18 20	2550 „ „	1490, 4640 \| 1620, 5560 \| 1575, 4625 1530, 4680 \| 1550, 5090 \| 1735, 5180 1575, 4880	1582	4950

Zusammenstellung der Ergebnisse.

a) **Versuch No. 1** bei H. Hesse in Hintzendorf.

Bodenform: Alt kultiviertes Hochmoorackerland.

		Ertrag in *kg* pro *ha* ohne Kalk Korn	Stroh	Kreide Korn	Stroh	gebrannter Kalk Korn	Stroh
1891/92	Winterroggen	1412	3512	1649	4554	1782	4337
1892/93	Kartoffeln	24288		27990		26040	

Versuch No. 2 bei H. D. Fricke in Schanzendorf.

Bodenform: Altes, bislang mit Stalldünger gedüngtes Kulturland.

		ohne Kalk Korn	Stroh	Kreide Korn	Stroh	gebrannter Kalk Korn	Stroh
1891/92	Winterroggen	1500	3500	1603	4003	1510	3630
1892/93	Kartoffeln	30950		31163		31256	
1893/94	Winterroggen	1550	3300	1281	3350	1390	3390
1894/95	Klee u. Gras, Überfrucht Roggen	(10925)		32783		46066	
1894/95	„ „ „ „ Hafer .	31490		55497		53064	
1895/96	„ „ „ „ Roggen	28050		32424		31624	
1895/96	„ „ „ „ Hafer .	31100		25531		24970	
1896/97	Winterroggen	2895	5305	2176	4852	2200	5398

Bei Versuch No. 1 ist die Wirkung der Kalkzufuhr recht deutlich, sowohl im Korn- wie Strohertrag bei Winterroggen, als auch im Ertrag an Knollen bei Kartoffeln. Was die Form betrifft, in der der Kalk gegeben wurde, so hat die Kreide etwas weniger gut auf den Kornertrag gewirkt, als der gebrannte Kalk, der Strohertrag dagegen ist bei Kreidezufuhr höher. Bei den Kartoffeln im Jahre 1892/93 sind die Erträge bei Kreidedüngung

nicht unbeträchtlich höher als bei Kalkzufuhr.[1]) Bei Versuch No. 2 ist die Kalkwirkung an sich geringer bei Winterroggen und Kartoffeln, als bei Versuch No. 1, sehr stark, wenigstens im 1. Jahre, bei Klee und Gras. Der geringe Ertrag im Jahre 1894/95 auf der Parzelle ohne Kalk mit Roggen als Überfrucht ist offenbar auf irgend eine besondere Schädigung zurückzuführen; im nächsten Jahr ist der Ertrag derselben Parzelle wesentlich höher. *Trotz der Differenzen im Ertrage einzelner Jahre bei Kalk- oder Kreidezufuhr ist im allgemeinen keinem dieser Meliorationsmittel ein Vorzug vor dem anderen zuzuerkennen.*

Bei Versuch No. 2 tritt schon im Jahre 1893/94 bei Winterroggen, desgleichen im Jahre 1895/96 bei Klee und Gras nach Hafer als Überfrucht und besonders stark 1896/97 wiederum bei Winterroggen die Erscheinung auf, dass die gekalkten oder mit Kreide gedüngten Parzellen stark im Ertrage hinter den nichtgekalkten zurückschlagen, während z. B. im Jahre 1895/96 dieses bei der Parzellengruppe, die Roggen als Überfrucht getragen, nicht zu beobachten ist. Es wird dieses auf dieselben Ursachen, die oben für diese Erscheinungen angeführt worden sind, zurückzuführen sein. Im vorliegenden Falle ist es auch nicht ausgeschlossen, dass die Parzellen, die in den Jahren 1894 und 1895 eine stärkere Kleegrasnarbe hatten, beim tiefen Umbrechen derselben wegen des grösseren Widerstandes, den sie dem Pfluge bot, flacher gepflügt worden sind.

Von den unter b aufgeführten Feldversuchen sind die Versuche No. 3, 4, 5, 6 solche, bei denen im Jahre 1892 bereits ein starker Rückschlag in den Erträgen der stärker gekalkten Parzellen eingetreten war. Es konnte sich also hier nur darum handeln, zu prüfen, ob durch tiefere Beackerung oder andere Massnahmen dieser Rückgang gehoben werden konnte. Zunächst folgen hierunter die Ergebnisse der Versuche 3 bis 6 in übersichtlicher Zusammenstellung.

[1]) Bei der Beurteilung der Kalkwirkung bei dem vorliegenden und dem folgenden Versuch ist der Umstand zu beachten, dass von den nichtgekalkten Kontrollparzellen nur zwei vorhanden waren, dagegen von den gekalkten oder mit Kreide versehenen eine grössere Zahl. Bei einer kleineren Zahl von Kontrollparzellen ist die Möglichkeit, dass durch irgend eine Zufälligkeit der Ertrag der einen oder anderen Parzelle und dadurch der Durchschnittsertrag aus sämtlichen Parzellen stärker beeinflusst wird, grösser als bei einer grösseren Anzahl von Kontrollparzellen. Ausserdem ist es bei einer kleineren Anzahl von Kontrollparzellen schwieriger, sie so zu legen, dass die Parzellengruppe die durchschnittliche Beschaffenheit des Versuchsfeldes darstellt. Bei beiden Versuchen sind die Unterschiede zwischen den Erträgen der einzelnen nichtgekalkten Parzellen recht gross und bisweilen grösser, als die zwischen den Parzellen der beiden übrigen Parzellengruppen, was den Verdacht erweckt, dass die eine der beiden Kontrollparzellen unter besonders ungünstigen, nicht zu ermittelnden Wachstumsbedingungen gestanden hat. In dem Abschnitt über die Anstellung von Feldversuchen auf Hochmoorboden wird die aus vorstehenden Ausführungen sich ergebende Forderung noch weiter erörtert werden, *dass bei Einrichtung von verschieden zu behandelnden Parzellengruppen bei Feldversuchen die Anzahl der Kontrollparzellen in den einzelnen Gruppen möglichst die gleiche sein muss.*

Versuch No. 3.

Versuchsansteller: H. D. Fricke in Schanzendorf.
Bodenform: Hochmoorland in alter Stalldungkultur.

Differenz-Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha* 1891/92 Roggen Korn	Stroh	1892/93 Kartoffeln
Ohne Kalk	1650	3750	27500
2000 *kg* gebrannter Kalk	1587	3450	29400
4000 „ „ „	1362	2962	29950
6000 „ „ „	1362	3212	28950
8000 „ „ „	975	2500	26150
3000 „ Ülzener Mergel	1600	3300	23775
6000 „ „ „	1712	3650	29575
12000 „ „ „	1387	3137	28450
18000 „ „ „	1050	2537	28025
24000 „ „ „	775	2075	26688

Versuch No. 4.

Versuchsansteller: Joh. Stegmann in Schanzendorf.
Bodenform: Durch Brandkultur genutztes Hochmoor.

Differenz-Düngung	Ertrag in *kg* pro *ha* 1891/92 Roggen Korn	Stroh	1892/93 Hafer Korn	Stroh	1893/94 Kleegras (2 Schnitte)
Ohne Kalk	2440	5317	840	2600	10080
2000 *kg* gebrannter Kalk	2330	5090	750	2517	8693
4000 „ „ „	1947	4523	440	1790	7353
6000 „ „ „	1717	3943	307	1407	9800
5200 „ Verdener Mergel	2050	4567	733	2157	9250
10400 „ „ „	2033	4693	550	1907	7240
15600 „ „ „	1723	4190	440	1857	8217
3700 „ Ülzener „	2360	5300	800	2617	10140
7400 „ „ „	2160	4910	717	2433	8142
11100 „ „ „	1757	4053	467	1867	7599

	Ertrag in *kg* pro *ha* 1894/95 Kleegras 1 Schnitt	1895/96[1] Roggen Korn	Stroh	1896/97 Kartoffeln
Ohne Kalk	9593	995	3605	19660
2000 *kg* gebrannter Kalk	9080	1148	3625	21845
4000 „ „ „	7060	1165	3735	17080
6000 „ „ „	8217	1025	3225	13577

[1]) Es sind nur die Durchschnittserträge der an Kontrollparzellen reicheren Parzellengruppen, die im Unterschied zu den anderen wie gewöhnlich bearbeitet worden waren (s. S. 151), aufgeführt.

	Ertrag in *kg* pro *ha* 1894/95 Kleegras 1 Schnitt	1895/96 Roggen Korn	1895/96 Roggen Stroh	1896/97 Kartoffeln
5200 *kg* Verdener Mergel	12550	1063	4000	18415
10400 „ „ „	8283	873	3395	16045
15600 „ „ „	9647	1018	3505	14597
3700 „ Ülzener Mergel	12518	1240	4085	19775
7400 „ „ „	9720	1033	3463	18720
11100 „ „ „	7365	980	3243	15645

Versuch No. 5.

Versuchsansteller: JOH. GELLNER in Giersdorf.
Bodenform: Durch Buchweizenbau ausgenutztes Land.

	Ertrag in *kg* pro *ha* 1891/92 Kartoffeln	1893/94 Kartoffeln	1894/95 Roggen Korn	1894/95 Roggen Stroh
Ohne Kalk	13928	13325	1938	4525
2000 *kg* gebrannter Kalk	12458	14383	1642	3592
4000 „ „ „	11791	14400	1590	3325
6000 „ „ „	9964	13238	1476	3079
5050 „ Verdener Mergel	12645	14133	1710	3633
10100 „ „ „	10391	13863	1574	3179
15150 „ „ „	8101	13094	1346	2839

	Ertrag in *kg* pro *ha* 1895/96 Hafer[1]) Korn	1895/96 Hafer[1]) Stroh	1896/97 Kartoffeln[2])
Ohne Kalk	1607	2530	16775
2000 *kg* gebrannter Kalk	2094	3364	15358
4000 „ „ „	2535	4415	17293
6000 „ „ „	2190	4103	17657
5050 „ Verdener Mergel	2617	2968	16990
10100 „ „ „	2544	4410	17836
15150 „ „ „	2399	4524	17071

Versuch No. 6.

Versuchsansteller: H. KEDENBURG in Giersdorf.
Bodenform: Durch Brandkultur ausgenutztes Moor.

	Ertrag in *kg* pro *ha* 1891/92 Kartoffeln	1892/93 Roggen Korn	1892/93 Roggen Stroh	1893/94 Kartoffeln
Ohne Kalk	22583	2258	3975	10985
2000 *kg* gebrannter Kalk	20133	2458	4233	10650
4000 „ „ „	16883	2150	3817	9395
6000 „ „ „	9717	2033	3533	8453

[1]) Nach Serradella als Gründüngung.
[2]) Nach Kalkung des Untergrundes.

	Ertrag in *kg* pro *ha* 1891/92 Kartoffeln	1892/93 Roggen Korn	1892/93 Roggen Stroh	1893/94 Kartoffeln
5350 *kg* Ülzener Mergel	19500	2692	4483	10748
10700 „ „ „	15367	1983	3508	10035
16050 „ „ „	11350	2208	3933	8763
5050 „ Verdener Mergel	20390	2550	4325	10482
10100 „ „ „	12917	1758	3217	9840
15150 „ „ „	8367	1908	3300	8393

	Ertrag in *kg* pro *ha* 1894/95 Sommerroggen Korn	1894/95 Sommerroggen Stroh	1895/96 Kartoffeln[1])		1896/97 Hafer Korn	1896/97 Hafer Stroh
Ohne Kalk	977	3040	19995	(21885)	2423	4743
2000 *kg* gebrannter Kalk	1160	2775	20432	(20660)	2313	4310
4000 „ „ „	1047	3030	21375	—	1803	3897
6000 „ „ „	743	2903	16690	(19322)	1370	4177
5350 „ Ülzener Mergel	1087	2747	19735	(20700)	2337	4950
10700 „ „ „	990	2847	19857	—	1670	4570
16050 „ „ „	723	2285	17315	(19787)	1277	3863
5050 „ Verdener Mergel	1075	2637	—	(21175)	2397	4777
10100 „ „ „	823	3162	20540	(20005)	1617	3815
15150 „ „ „	633	2390	19390	(17672)	1137	3323

Aus den vorstehenden Tabellen ergiebt sich zunächst, dass bei allen Versuchen im Jahre 1892 eine starke Depression der Erträge durch Kalkung eingetreten war. Bei allen Versuchen hat schon die schwächste Kalkgabe gegenüber den nichtgekalkten Parzellen ungünstig gewirkt, denn in keinem Fall erreicht der Ertrag der betreffenden Parzellengruppe den der nichtgekalkten Parzellen; die Grösse des Minderertrages ist allerdings bei den einzelnen Versuchen und bei den verschiedenen Früchten verschieden. Hierbei ist allerdings folgendes zu berücksichtigen: Auch den nichtgekalkten Parzellen ist im Laufe der Jahre durch die starke Düngung mit Thomasmehl, das ja neben wenig kohlensaurem Kalk oder Ätzkalk, sei es nun in Form des sogen. Tetraphosphates oder in Form einer Doppelverbindung von Kalk-Phosphat und -Silikat, Kalk in basisch wirkender Form enthält,[2]) eine recht beträchtliche Quantität Kalk zugeführt worden, der die Aufgabe des Kalks auf dem sauren und kalkarmen Hochmoorboden wenigstens zum Teil erfüllen konnte, entsäuernd zu wirken und die Kalkarmut des Bodens teilweise zu heben (vergl. hierüber namentlich die Versuche No. 7 und 8 w. u.). Die Unterschiede in dem Ertrag der mit Kalk gedüngten

[1]) Nach Serradella als Gründüngung. Die eingeklammerten Zahlen sind die Erträge der Parzellengruppen, die ausser Serradella Lupinen als Gründüngungsfrucht getragen haben.

[2]) Siehe darüber die Versuche über das Aufschliessungsvermögen des Moorbodens für Rohphosphate.

und nichtgedüngten Parzellen sind daher nicht durch völliges Fehlen von Kalk hervorgebracht. Wenn man weiter berücksichtigt, dass die gekalkten Parzellen in der gleichen Weise mit Thomasmehl gedüngt wurden, hier aber der Kalkgehalt des Thomasmehles nicht den Wert hatte, als auf den ungekalkten Parzellen, dagegen unter Umständen die schädliche Wirkung der Kalkung noch etwas vergrössern konnte, so verschiebt sich dadurch das Verhältnis noch mehr zu Ungunsten der gekalkten Parzellengruppen. Bei völligem Mangel von Kalk in der Düngung der nichtgekalkten Parzellen würde der Ertrag derselben wahrscheinlich niedriger gewesen sein.[1]) Auf keinen Fall wird dadurch jedoch die Thatsache berührt, dass die Kalkung namentlich in stärkeren Gaben die Erträge sehr ungünstig bei allen Versuchen beeinflusst hat. Auf allen Versuchsflächen wurde seit 1891 auf eine möglichst tiefe Bodenbearbeitung Wert gelegt und beim Pflügen der rohe Moostorfuntergrund angeschnitten. Bei Versuch No. 3 ist im Jahre 1892/93 der Ertrag an Kartoffeln auf den gekalkten Parzellen, mit Ausnahme der am stärksten mit gebranntem Kalk und mit Mergel versehenen, höher als auf den nichtgekalkten Parzellen. Namentlich auf den Parzellen mit den mittleren Kalk- oder Mergelgaben ist ein ungleich viel besserer Ertrag im Vergleich zu den nichtgekalkten erzielt worden, als bei Roggen im Vorjahr. Es liegt das nicht daran, dass die Kartoffel vielleicht gegen eine Verflachung der Ackerkrume weniger empfindlich ist, als z. B. der Roggen, denn wir sehen bei anderen Versuchen ein sehr starkes Zurückgehen auch der Kartoffelerträge auf den stärker gekalkten oder gemergelten Flächen. Es ist wahrscheinlich, dass die Stalldüngung im Jahre 1892/93, verbunden mit der tieferen Bodenbearbeitung, die günstige Wirkung auf den Ertrag der gekalkten Parzellen ausgeübt hat. Wenn man die Erträge im Jahre 1891/92 bei Versuch No. 4 nach einer starken Stalldüngung zu Roggen mit denen vergleicht, die auf derselben Fläche im Jahre 1890 zu Roggen mit Kunstdünger erzielt worden sind,[2]) so ist ebenfalls eine günstige Wirkung des Stalldüngers unverkennbar. Wenn wir die durchschnittlichen Erträge bei der Kalkung oder Mergelung berechnen, ohne Berücksichtigung der verschiedenen Mengen, so ergiebt sich für die beiden Jahre folgendes:

	1889/90 Ertrag in *kg* pro *ha*		Ertrag ohne Kalk = 100		1891/92 Ertrag in *kg* pro *ha*		Ertrag ohne Kalk = 100	
	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh
Ohne Kalk . . .	1200	3233	100	100	2440	5317	100	100
Gebrannter Kalk .	728	2233	61	69	1998	4519	82	85
Verdener Mergel .	730	2256	61	70	1935	4483	79	84
Ülzener „ .	764	2294	64	71	2092	4754	86	90

[1]) Anderweitige Beobachtungen sprechen allerdings dafür, dass auf schon stärker entsäuertem Boden wenigstens zu gewissen Früchten die Zufuhr verhältnismässig geringer Kalkmengen schon genügt.

[2]) Siehe 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station S. 215.

Die Stalldüngung hat es jedoch nicht vermocht, die Rückschläge auf den gekalkten Parzellen völlig aufzuheben; auch ist die Nachwirkung der starken Stalldüngung bei Versuch No. 4 im zweiten Jahr nach der Richtung sehr schwach. Im Jahre 1892/93 bringt der Hafer zwar eine Missernte, die Ausfälle auf den gekalkten Parzellen sind jedoch grösser, als je vorher. Es ist wahrscheinlich, dass in dem trocknen und heissen Jahr die Verflachung der Krume sich namentlich mit Rücksicht auf die Wasserversorgung der Gewächse besonders schädlich erwiesen hat. In den Jahren 1893/94 und 1894/95 sind die Erträge an Klee und Gras bei Versuch No. 4 ziemlich unregelmässig; eine ungünstige Wirkung, besonders der stärkeren Kalk- oder Mergelgaben tritt auch hier hervor. Der Körnerertrag an Roggen im Jahre 1895/96 ist in allen Fällen gering und ein deutlicher Einfluss der Kalkung nicht erkennbar, dagegen im Strohertrag bei den Parzellen mit stärkster Kalk- oder Mergelgabe. Im Jahre 1896/97 tritt wiederum der Rückschlag in den Erträgen, namentlich der stärker gekalkten Parzellen, stark hervor. Es ist also nicht möglich gewesen, in einer Reihe von Jahren durch sorgfältige Bodenbearbeitung allein den Rückgang in den Erträgen der gekalkten Parzellen bei Versuch No. 4 mit Sicherheit zu heben, nachdem erst einmal die schädlichen Wirkungen der Kalkung oder Mergelung stark hervorgetreten waren. Zu demselben Resultat haben die Versuche No. 5 und No. 6 bei Gellner in Giersdorf und Kedenburg ebendort geführt. Bis zum Jahre 1894/95 ist auf beiden Flächen nur der Versuch gemacht worden, durch tiefe Bodenbearbeitung die Ackerkrume zu verstärken und dadurch die Erträge der gekalkten Parzellen zu erhöhen. Wie die vorstehenden Tabellen zeigen, ist der Erfolg sehr wenig befriedigend. Bei Versuch No. 5 ist allerdings im Jahre 1893/94 der Ertrag an Kartoffeln auf den gekalkten Parzellen ziemlich hoch im Vergleich zu 1891/92. Im Sommer trug die Fläche Erbsen, die sich zuerst gut entwickelten, dann aber bei der grossen Dürre eine völlige Missernte lieferten und nicht abgeerntet, sondern auf der Fläche untergebracht wurden. Vielleicht ist hierauf der verhältnismässig günstige Ertrag im nachfolgenden Jahre zurückzuführen; jedoch schon im zweiten Jahre (1894/95) tritt die alte Erscheinung der starken Mindererträge auf den gekalkten Parzellen wieder hervor. Ähnlich verhält es sich bei dem Versuch No. 6 bei Kedenburg. Das im allgemeinen etwas weniger ungünstige Ergebnis des Jahres 1892/93 ist vielleicht auf eine Nachwirkung der im Frühjahr 1892 zu Kartoffeln verabfolgten ziemlich starken Stalldüngung zurückzuführen, aber im Jahre 1893/94 und im Jahre 1894/95 beobachteten wir auch hier auf den stärker gekalkten oder gemergelten Parzellen wiederum ein starkes Sinken der Erträge. Wenn es also auch möglich gewesen ist, durch tiefere Bodenbearbeitung und vielleicht auch durch Zufuhr stärkerer Stalldüngermengen den Ertragsverminderungen der mit Kalk in verschiedener Form gedüngten Parzellen in etwas entgegenzuwirken, so ist doch eine *dauernde* Heilung des Übels dadurch nicht erreicht worden. Die Ergebnisse der Versuche No. 5 und 6 in den Jahren 1895/96 und 1896/97 berechtigen zu dem Schluss, dass eine *einmalige*

starke Gründüngung auf die Hebung der Erträge auf den stärker gekalkten Flächen ebenfalls nur einen schnell vorübergehenden Einfluss ausübt. Auf beiden Versuchsflächen wurde im Sommer 1895 Serradella oder Serradella und Lupinen zur Gründüngung untergesät, die nach der Ernte der Halmfrucht im Herbst auf beiden Flächen eine ausgezeichnete Entwicklung erreichte, auf den nichtgekalkten oder nichtgemergelten Flächen jedoch etwas weniger gut gedieh. Die sehr günstige Einwirkung der grossen untergepflügten Gründüngungsmasse auf die Erträge an Kartoffeln und Hafer im nächsten Jahr, auch auf den gekalkten Parzellen, ist nicht zu verkennen. Der besseren Übersicht wegen sind die Erträge, die seit 1891/92 bei den Versuchen No. 5 und 6 erzielt worden sind, in der Art berechnet worden, dass der jedesmalige Ertrag der nicht mit kalkhaltigen Meliorationsmitteln versehenen Parzellen gleich 100 gesetzt ist.[1]) Die Ergebnisse der Berechnung sind für beide Versuche in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Versuch No. 5 bei Gellner.

	1891/92 Kartoffeln	1893/94[2]) Kartoffeln	1894/95 Roggen		1895/96[3]) Hafer		1896/97[4]) Kartoffeln
			Korn	Stroh	Korn	Stroh	
Ohne Kalk . . .	100	100	100	100	100	100	100
Kalkmenge 1 . .	89	107	85	79	130	133	92
„ 2 . .	85	108	82	73	158	175	103
„ 3 . .	72	99	76	68	136	162	105
Verdener Mergel 1	91	106	88	80	163	117	101
„ „ 2	75	104	81	70	158	174	106
„ „ 3	58	98	69	63	149	179	102

Versuch No. 6 bei Kedenburg.

	1891/92[5]) Kartoffeln	1892/93 Roggen		1893/94 Kartoffeln	1894/95 Sommerroggen		1895/96[6]) Kartoffeln		1896/97[7]) Hafer	
		Korn	Stroh		Korn	Stroh			Korn	Stroh
Ohne Kalk	100	100	100	100	100	100	100	(100)	100	100
Kalkmenge 1 . . .	89	109	106	97	119	91	102	(94)	95	91
„ 2 . . .	74	95	96	86	107	100	107	—	74	82
„ 3 . . .	43	90	89	77	76	95	83	(88)	56	88
Ülzener Mergel 1 .	86	119	113	98	111	90	98	(94)	96	104
„ „ 2 .	68	88	88	91	101	94	99	—	69	96
„ „ 3 .	50	98	99	80	74	75	87	(90)	53	81
Verdener „ 1 .	90	113	109	95	110	87	—	(97)	99	101
„ „ 2 .	57	78	81	90	84	104	103	(91)	66	80
„ „ 3 .	37	85	83	76	65	79	97	(89)	47	70

[1]) Die für die übrigen Parzellengruppen berechneten Zahlen sind auf ganze Zahlen abgerundet worden.

[2]) Im Jahre 1893/94 mit Erbsen bestellt gewesen, die eine Missernte lieferten.

[3]) Nach Serradella als Gründüngung.

[4]) Im Untergrund gemergelt.

[5]) In Stalldünger.

[6]) Nach Serradella als Gründüngung.

[7]) *Nicht* im Untergrund gekalkt.

Bei Versuch No. 5 ist die Wirkung der starken Gründüngung so günstig, dass selbst auf den stärker gekalkten Parzellen, auf denen in den vorhergehenden Jahren die Erträge stark zurückgegangen sind, ein erheblich höherer Ertrag als auf den nichtgekalkten Parzellen erzielt worden ist. Im Durchschnitt wurde auf der Fläche überhaupt im Jahre 1896 eine recht befriedigende Ernte gewonnen. Auch bei Versuch No. 6 ist bei einer im allgemeinen recht befriedigenden Durchschnittsernte eine günstige Wirkung der Gründüngung auf die Erträge der stärker gekalkten (oder gemergelten) Parzellen zu beobachten. Aber schon im folgenden Jahre tritt bei Hafer wiederum ein sehr starker Rückschlag bei stärkeren Kalk- oder Mergelmengen auf, trotz ziemlich starker, gleichmässiger Düngung der Flächen; nur die am schwächsten mit Kalk oder Mergel versehenen Parzellen, auf denen die ungünstige Wirkung derselben, wenn sie überhaupt beobachtet wird, sehr viel geringer ist, als auf den stärker gekalkten, halten sich die Erträge annähernd auf der Höhe der nichtgekalkten Parzellen. Also hat die starke Gründüngung nur ein Jahr die Erträge der in ihrer Ertragsfähigkeit stark zurückgegangenen Parzellen zu heben vermocht.

Wir sind auf Grund des Vergleiches der Entwicklung der Gründüngungspflanzen im Herbst 1895 bei Versuch No. 5 und 6 zu der Annahme berechtigt, dass bei Versuch No. 5 die Nachwirkung der Gründüngung im 2. Jahre (1896/97) an sich nicht besser gewesen ist, als bei Versuch No. 6. Wenn bei Versuch No. 5 im letzten Jahre die Erscheinung des starken Rückschlages der Erträge nicht auftritt, so ist das höchstwahrscheinlich lediglich der Vertiefung der verflachten Ackerkrume durch Kalkung des sauren Moostorfuntergrundes zuzuschreiben, die im Frühjahr 1897 vorgenommen worden ist und durch die der Wurzelraum der angebauten Ackergewächse sofort um 10—15 *cm* vertieft worden ist. Die Untergrundkalkung wird am Ende dieses Abschnittes noch eingehend besprochen werden.

Von besonderem Werte für die Richtigkeit der Annahme, dass die *starke* Verminderung der Erträge auf den gekalkten Parzellen *vornehmlich* auf die Verflachung der Ackerkrume zurückgeführt werden muss, und andererseits, dass diese Rückschläge auch bei stärkerer Kalkzufuhr nicht in dem hohen Grade eintreten, wenn die Ackerschicht eine genügende Stärke behalten hat, sind folgende Ermittelungen.

Auf dem Felde von Gellner (Versuch No. 5) wurde auf einer grösseren Zahl von verschieden behandelten Versuchsparzellen die Tiefe der Ackerkrume, die sich ziemlich scharf gegen den Moostorfuntergrund abhebt, gemessen. Da auf den 1 *a* grossen Parzellen die Krumentiefe nicht gleichmässig ist, wurde aus mehreren Messungen das Mittel genommen. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist in der folgenden Zusammenstellung mit dem Ertrag der Parzellen an Korn pro Hektar in dem betreffenden Jahre angegeben.

Winterroggen.

Parzelle No.	Ertrag an Korn pro *ha*	Tiefe der Ackerkrume	Kalkmenge pro *ha*
31	1500 *kg*	17 *cm*	0
24	2100 „	21 „	0
25	1450 „	19 „	Verdener Mergel 1
10	1960 „	28 „	„ „ 1
14	1300 „	18 „	„ „ 2
48	1875 „	22 „	„ „ 2
37	1030 „	16 „	„ „ 3
13	850 „	18 „	„ „ 3
47	1820 „	22 „	„ „ 3
19	1155 „	17 „	gebrannter Kalk 1
40	2000 „	21 „	„ „ 1
17	1380 „	18 „	„ „ 2
32	1850 „	23 „	„ „ 2
28	1175 „	16 „	„ „ 3
42	1875 „	22 „	„ „ 3

Wenn wir von Parzelle 13 absehen, steigt ausnahmslos bei den *gleich behandelten* Parzellen der Ertrag mit *der Tiefe der Ackerkrume*. Auch auf den stärker gekalkten Parzellen ist der Rückschlag in der Ernte um so geringer, je grösser die Tiefe der Ackerschicht geblieben ist. Wenn auch die Steigerung der Erträge nicht genau im Verhältnis zur Zunahme der Krumentiefe steht, was mit Rücksicht auf die Fehler, mit denen derartige Ermittlungen verknüpft sind, begreiflich erscheint, so ist doch nicht zu verkennen, in wie ausserordentlich hohem Grade die Höhe der Erträge von der Tiefe des Wurzelbettes abhängig ist. Besonders deutlich ergiebt sich dieses aus der graphischen Darstellung auf Tafel IV, bei der in ein Koordinatensystem die Erträge der oben angeführten Parzellen an Korn pro Hektar und die Tiefe der Ackerkrume als positive Ordinaten in gleichmässigen Abständen, die Stärke der Kalkzufuhr als negative Ordinaten eingetragen sind. Es zeigt sich eine sehr gute Übereinstimmung (abgesehen von Parzelle 13) zwischen dem Verlauf der Kurven für den Ertrag und die Krumentiefe.[1])

[1]) Vergl. auch Prot. der Central-Moor-Kommission 35. Band, S. 74 und 114. Auf Grund des Umstandes, dass auch bei annähernd gleicher, bisweilen selbst tieferer Ackerkrume die stärker gekalkten oder gemergelten Parzellen geringere Erträge bringen, als die schwächer gekalkten, bezeichnet es FLEISCHER als wahrscheinlich, dass auch die früher von ihm geäusserte Ansicht zu Recht bestehe (s. 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station S. 231), wonach die stärkeren Kalkgaben auch in stärkerem Grade lösend auf die nützlichen Bodenbestandteile und damit auf eine stärkere Erschöpfung der oberen Bodenschicht hinwirken. Wenn auch die Möglichkeit einer derartigen ungünstigen Nebenwirkung der Kalkung nicht zu bezweifeln ist, so möchte ich derselben mit Rücksicht auf die alljährlichen starken Düngungen mit Kunstdünger und auf die bei den Untersuchungen von MINSSEN und SCHLIEBS auch bei ausschliesslicher Verwendung von Kunstdünger festgestellte erhebliche Anreicherung der Ackerschicht mit Pflanzennährstoffen ein geringeres

Das Hauptergebnis der bis jetzt besprochenen Versuche ist wie folgt zusammenzufassen:

In Übereinstimmung mit den älteren Versuchen der Moor-Versuchs-Station und deren Erklärung durch Fleischer *ist die Ursache für das Zurückgehen der Erträge auf den stärker gekalkten Parzellen in der Verflachung der Ackerkrume in erster Linie zu suchen, wenn andere ungünstige Nebenwirkungen der Kalkung von allerdings erheblich geringerem Gewicht auch nicht ausgeschlossen erscheinen. Ist diese Verflachung der Ackerkrume erst einmal eingetreten, so ist es sehr schwer, durch tiefere Bodenbearbeitung und Aufpflügen von Moostorf aus der unteren Schicht in die Oberfläche die Krume so zu verstärken, dass der Rückgang der Erträge gehoben wird. Einmalige starke Düngungen mit Stalldünger oder Gründünger üben zwar nach der Richtung einen unverkennbar günstigen, aber wenig nachhaltigen Einfluss aus.*

Wenn die Ackerkrume der stärker gekalkten oder gemergelten Parzellen keine wesentliche Verflachung erlitten hat, so sind die Rückschläge in den Erträgen derselben verhältnismässig gering.

Bei den nun zu besprechenden Versuchen No. 7 und 8 wurde von vornherein seit Beginn des Versuches darauf geachtet, dass durch tiefes Pflügen und Aufbringen von Moostorf in die Ackerkrume ein Schwund derselben möglichst verhütet wurde. Die Versuche bieten insofern noch ein besonderes Interesse, als sie auf zwei unmittelbar nebeneinander gelegenen Hochmoorflächen angestellt wurden, von denen die eine bei der Einrichtung des Versuches mit Heide bestanden war und an der Oberfläche eine sogen. Heidehumusschicht besass, während die andere in den letzten Jahren vor dem Versuch durch Brandfruchtbau ausgeraubt worden war. Leider sind bei Versuch No. 8 keine Parzellen ohne Kalk eingeschaltet worden, so dass hier nur die Wirkungen verschieden starker Kalkzufuhren miteinander verglichen werden können. Zunächst folgen hierunter die Resultate beider Versuche in übersichtlicher Zusammenstellung.

Versuch No. 7. Aus Heide kultiviert.

Ertrag in kg pro ha

	1891/92	1892/93		1893/94	1894/95		1895/96	1896/97	
	Kartoffeln	Winterroggen		Kartoffeln	Winterroggen		Kartoffeln	Winterroggen	
		Korn	Stroh		Korn	Stroh		Korn	Stroh
Ohne Kalk . .	10 550	1650	4267	17 883	2445	5020	19 309	2567	5497
Kreide	14 173	2108	4440	18 360	1889	3957	20 448	2428	5182
3000 *kg* gebr. Kalk	16 933	2057	4227	17 943	2121	4394	21 134	2594	5469

Gewicht beimessen, als anderen, mit der Verflachung der Ackerkrume indirekt zusammenhängenden Erscheinungen, durch die die Vegetation auf den stärker gekalkten Parzellen ungünstig beeinflusst werden kann. Ein geübtes Auge vermag auf dem kahlen Felde mit grosser Sicherheit die stärker gekalkten Parzellen aus ihrer tieferen Lage zu bestimmen. Sie sind zunächst bei Schneefall und Wind die Sammelstätten für den Schnee, bei der Schneeschmelze diejenigen für das Schmelzwasser. Bei ruhigem Wetter sind die tiefer gelegenen Parzellen die Stellen, wohin die kältere Luft abfliesst. Die Lagerung der Bodenteilchen der stärker gekalkten Parzellen ist sehr viel dichter, als die der nicht oder schwächer gekalkten. Alle diese und andere Umstände können sehr wohl dazu beitragen, die ungünstige Wirkung der Verflachung der Ackerkrume auf den stärker gekalkten Parzellen zu verstärken.

Versuch No. 8. Ausgebranntes Land.

Ertrag in kg pro ha

	1891/92 Kartoffeln	1892/93 Winterroggen Korn	1892/93 Winterroggen Stroh	1893/94 Kartoffeln	1894/95 Winterroggen Korn	1894/95 Winterroggen Stroh	1895/96 Kartoffeln	1896/97 Winterroggen Korn	1896/97 Winterroggen Stroh
3000 *kg* gebr. Kalk	10 375	1801	3188	10 130	1215	2641	12 729	1380	3534
4000 „ „ „	9 488	1915	3455	11 015	1161	2567	13 430	1267	3348
5000 „ „ „	9 040	1949	3498	10 075	1158	2606	12 630	1352	3310

In der folgenden Zusammenstellung ist der Ertrag der ungekalkten Parzellen auf Feld No. 7 gleich 100 gesetzt, desgleichen derjenige der am schwächsten gekalkten bei No. 8.

Versuch No. 7. Aus Heide kultiviert.

Ertrag in kg pro ha

	1891/92 Kartoffeln	1892/93 Winterroggen Korn	1892/93 Winterroggen Stroh	1893/94 Kartoffeln	1894/95 Winterroggen Korn	1894/95 Winterroggen Stroh	1895/96 Kartoffeln	1896/97 Winterroggen Korn	1896/97 Winterroggen Stroh
Ohne Kalk . .	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Kreide	134	128	104	103	77	78	106	95	94
Gebrannter Kalk	160	125	99	100	87	87	109	101	99
Versuch No. 8. Ausgebranntes Land.									
3000 *kg* Kalk . .	100	100	100	100	100	100	100	100	100
4000 „ „ . .	92	106	108	109	96	97	106	92	95
5000 „ „ . .	87	108	110	99	95	99	99	98	94

Bei Versuch No. 7 sehen wir in den ersten Jahren eine sehr deutliche Wirkung der Kalkzufuhr in jeglicher Form. Die Wirkung der Kalkung wird jedoch von Jahr zu Jahr geringer. Im Jahre 1894/95 tritt auf den gekalkten Parzellen ein starker Rückschlag ein, der allerdings im folgenden Jahre bei Kartoffeln verschwindet, sich im Jahre 1896/97 jedoch bei Winterroggen, wenn auch in geringem Grade, wiederum äussert. Jedenfalls ist im letzten Jahre eine günstige Wirkung der Kalkzufuhr nicht mehr zu beobachten. Es muss dahingestellt bleiben, ob die Verschiebung in dem Ertragsvermögen der gekalkten und nichtgekalkten Parzellen z. T. auf die Zuführung von Kalk in Form von Thomasmehl zurückzuführen ist. Es erscheint das nicht unwahrscheinlich, weil eigentlich nur in den ersten Jahren die Wirkung der Kalkung stärker ist, im 3. Jahre jedoch bereits nahezu verschwindet. Bis dahin sind den nichtgekalkten Parzellen über 400 *kg* Kalk pro Hektar in Form von Thomasmehl verabfolgt worden,[1]) durch die ein anfangs bestehender Kalkmangel vielleicht, wenigstens für die angebauten Früchte, in genügendem Grade gehoben worden ist.

Bei dem bereits im Jahre 1889 eingeleiteten Versuch No. 8 tritt schon im 3. Versuchsjahr 1891/92 ein bemerkbarer Rückschlag bei der stärkeren

[1]) In gewissem Grade sind die Wirkungen der Humifizierung und der damit verbundenen Entsäuerung des Bodens, die auch ohne Zufuhr von Kalk vor sich gehen, wenn auch in schwächerem Grade als bei Gegenwart von solchem, als Prozesse anzusehen, die für das Gedeihen der Früchte eine ähnliche Bedeutung haben, wie die Kalkung oder Mergelung auf neu zu kultivierendem Boden (s. darüber weiter unten).

Kalkung auf, der auch, vom Jahre 1892/93 abgesehen, in allen folgenden Jahren bestehen bleibt. Bei Halmfrüchten verschwindet auch bei der schwächeren Kalkzufuhr nach 1892/93 der Rückgang in den Erträgen nicht wieder. Die Kalkzufuhr in der Stärke von 5000 *kg* ist allerdings grösser, als sie normal auf Hochmoor gegeben wird und die auf 4000—3000 *kg* gebrannten Kalk oder eine entsprechende Menge Mergel in der Regel bemessen wird. Aber auch bei der schwächeren Kalkung von 4000 *kg* bei Versuch No. 8 sind im Vergleich zu den Erträgen bei 3000 *kg* Kalk die Steigerungen nur gering oder in das Gegenteil umgeschlagen, ebenso in den späteren Jahren des Versuches bei einer Gabe von nur 3000 *kg* gegenüber den nichtgekalkten Parzellen. Mag nun diese Erscheinung auf einer Vermehrung des Kalkgehaltes der nichtgekalkten Parzellen durch Thomasmehl oder auf einem Rückschlag infolge der Kalkung auf den gekalkten Parzellen oder auf beidem beruhen, in jedem Falle führen sie für den vorliegenden Versuch zu dem Schluss, dass ein erheblich geringeres Quantum Kalk genügt haben würde. Es ist allerdings nicht zu übersehen, dass nur Kartoffeln und Roggen als Versuchsfrüchte angebaut worden sind, dass bei Anbau stärker kalkbedürftiger Gewächse vielleicht die gekalkten Parzellen sich günstiger verhalten hätten. Die im Jahre 1897 nach Roggen als Gründüngung gebaute Serradella liess in ihrem Stande allerdings keine Unterschiede zu Gunsten der stärkeren Kalkung erkennen. Auch muss hervorgehoben werden, dass die Flächen ausschliesslich mit Kunstdünger gedüngt worden sind und hierbei recht befriedigende Erträge gebracht haben, und dass die Einschaltung einer starken Stalldüngung oder Gründüngung möglicherweise bei dem im allgemeinen nicht sehr starken Rückschlag der Erträge eine sehr günstige Wirkung auf die Ernten der gekalkten Parzellen ausgeübt haben würde. *Jedenfalls ist betreffs der Hauptfrage hervorzuheben, dass die tiefe Bodenbearbeitung allein auch bei den beiden zuletzt besprochenen Versuchen nicht mit Sicherheit die ungünstigen Wirkungen einer Kalkung aufzuheben vermocht hat, und zwar selbst nicht in Fällen, in denen keine übermässig starke Kalkmenge aufgebracht worden ist.*[1]) Wenn wir nun auch Mittel besitzen, den ungewünschten Wirkungen der Kalkung schnell entgegenzuwirken (Untergrundskalkung), so ist *es doch nach wie vor wünschenswert, ausserdem noch Massnahmen zu ergreifen, die die Erhaltung der Ackerkrume in möglichster Stärke und ihre Anreicherung mit Pflanzennährstoffen begünstigen.* Hier sind vornehmlich die Verwendung weniger energisch wirkender Mergel (Thonmergel), zeitweilige Zufuhr von Stalldünger, möglichst intensiver Anbau von Gründüngungspflanzen zu nennen (vergl. auch Fleischer, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station, S.-A. S. 232). *Wenn nicht bald nach der Urbarmachung des Bodens sehr kalkbedürftige Gewächse gebaut werden, wird zu erwägen sein, ob nicht vorteilhafter die Kalkmengen zunächst sehr stark erniedrigt werden und später eine Nachkalkung vorgenommen wird.*

[1]) Auf den nichtgekalkten Parzellen bei Versuch No. 7 war eine Ackerschicht von etwas grösserer Stärke vorhanden als auf den gekalkten, was sich namentlich auch durch die etwas höhere Lage derselben bemerkbar machte.

Bei Bemessung des Kalk- oder Mergelquantums wird ferner auf den Gehalt des Bodens an freien Humussäuren (siehe darüber den betr. Abschnitt w. u.) *Rücksicht genommen werden müssen.*

Es wird eine der wichtigsten Aufgaben sein, die auf dem neuen Versuchsfeld der Station im Maibuscher Moor zu lösen ist, die Kalkfrage weiter zu erforschen und einer endgültigen Lösung entgegenzuführen.

Nach den vorstehenden Erfahrungen war es nicht gerade wahrscheinlich, dass auf Mooräckern, die vor längerer Zeit eine Kalkung erhalten hatten, die Wiederholung einer solchen eine Wirkung ausüben würde. Um diese Frage zu entscheiden, wurden die Versuche unter No. 9 und 10 angestellt, deren Resultate hierunter zusammengefasst sind.

Versuch No. 9.

Bodenform: Altes, vor 12—15 Jahren gekalktes Land.

	Ertrag in *kg* pro *ha* 1894/95 Erbsen Korn	Stroh	1895/96 Winterroggen Korn	Stroh	1896/97 Kartoffeln
Ohne Kalk	1469	3844	1668	4650	23550
800 *kg* gebrannter Kalk .	1531	3994	1534	4410	23215
1200 „ „ „ .	1441	4121	1588	4564	22713

Versuch No. 10.

Bodenform: Altes, vor etwa 10 Jahren gekalktes Land.

	Ertrag in *kg* pro *ha* 1895/96 Winterroggen Korn	Stroh
Ohne Mergel	1464	4752
1675 *kg* Mergel pro Hektar	1552	4816
2550 „ „ „ „	1582	4950

Eine Wirkung der Kalkung oder Mergelung ist bei Versuch No. 9 überhaupt im ersten Jahre kaum bemerkbar, höchstenfalls eine geringe Vermehrung des Strohertrages und eine solche des Körnerertrages bei der schwächsten Nachkalkung. Im 2. Jahre (1895/96) und im 3. Jahre (1896/97) hat es fast den Anschein, als wenn die Nachkalkung bei Roggen sogar ungünstig gewirkt hätte; bei Versuch No. 10, wo ebenfalls im 2. Jahre nach der Nachkalkung Roggen nach allerdings völlig missratenen Leguminosen gebaut wurde, tritt dagegen eine allerdings sehr geringe Wirkung der Nachkalkung ein. Die Untersuchungen von Minssen und Schliebs thun überdies dar, dass selbst bei ausschliesslicher Anwendung künstlicher Düngemittel, wenn nicht einseitig mit Kalisalzen allein, sondern ausserdem noch mit Thomasmehl gedüngt wird, der Kalkgehalt des Ackers nach längerer Dauer des Versuches noch so gross ist, dass das geringe Bedürfnis desselben nach einer Wiederholung der Kalkung oder Mergelung begreiflich ist.

Zum Schluss soll das Verfahren der *Untergrundkalkung* und die dadurch erzielten Erfolge besprochen werden.

Die Zufuhr von Kalk in den sauren Moostorfuntergrund der Hochmooräcker behufs Entsäuerung desselben und schneller Vertiefung des Wurzelbettes wird mittelst eines Pfluges vorgenommen, der durch Abänderung eines v. FUNKE'schen Untergrunddüngepfluges[1]) entstanden ist und in der Form, die sich besonders bewährt hat, auf der Tafel V dargestellt ist.[2]) Das Wesentliche des ursprünglichen v. FUNKE'schen Pfluges besteht darin, dass durch die winkelförmige, nach dem Pflugsterz hin offene Griessäule des Pfluges aus einem auf dem Pflugbaum angebrachten Behälter der Dünger auf den Grund der von dem Pfluge gezogenen Furche fällt. Um den Pflug für die Kalkung des Untergrundes auf Hochmoor mit Erfolg zu verwenden, waren besondere Vorrichtungen nötig, durch die eine möglichst innige Mischung des Kalkes oder Mergels mit dem Untergrund erzielt werden konnte, abgesehen von den Veränderungen, die durch die eigentümliche Beschaffenheit des Hochmoorbodens geboten waren (Verbreiterung der Radfelgen, Vorrichtung zum leichteren Transport des Pfluges u. s. w.). Ferner wurde der Pflug mit einem Vordergestell an Stelle der Stelze versehen, da die Handhabung dadurch wesentlich erleichtert und namentlich der Gang regelmässiger wird. Die winkelförmige Griessäule (Fig. 2, Tafel V) ist unten so breit wie das Pflugschar; nach oben sind die beiden Flügel nach innen eingezogen, um den Widerstand im Boden zu verringern. Der auf dem Grindel angebrachte Behälter B (Fig. 1 und 3) wird von einer Schiene getragen, die sich um einen Punkt am vorderen Ende des Grindels drehen kann. Der Kalk wird aus B durch eine Welle, die mit Schaufeln versehen ist, in das Rohr hineinbefördert, das durch den Grindel in die Griessäule hineinragt. Diese Welle wird bewegt durch ein Rad, das seitlich beim Pflügen den Boden berührt (Fig. 3) und sich dadurch dreht. Unregelmässigkeiten in der Beschaffenheit der Bodenoberfläche oder im Gange des Pfluges, die unter Umständen einen Stillstand des Rades verursachen können, werden durch die geschilderte Anordnung, durch die Rad und Behälter B sich leicht selbstthätig höher oder tiefer stellen, unschädlich gemacht. In dem verbreiterten Hohlraum der Griessäule sind Vorrichtungen angebracht (C Fig. 2, C 1 Fig. 4 und 5), die den aus B herabgeschafften Kalk möglichst gleichmässig verteilen. Die hinter dem Schar befindlichen Zähne D, die mittelst einer aus der Zeichnung verständlichen Hebelvorrichtung hoch oder tief gestellt werden können, besorgen eine gründliche Mischung des auf die Sohle der Furche gelangten Kalkes mit dem Boden. Ein Paar Stützräder hinter dem Schar, die ebenfalls leicht durch einen Hebel hoch und niedrig gestellt werden können, dienen dazu, den Transport des ziemlich schweren Gerätes zu erleichtern.

Es ist möglich, bei Anspannung zweier Pferde durch die Oberfläche hindurch in den Untergrund Kalk oder Mergel bis etwa 40 *cm* Tiefe zu schaffen und vollkommen mit dem Untergrund zu mischen. Besser und

[1]) Über die Untergrunddüngung und einen Untergrunddüngepflug. Von W. FUNKE. Berlin 1872.

[2]) Der Pflug wird von der Maschinenfabrik von P. GROSS in Hohenheim hergestellt.

gleichmässiger arbeitet der Pflug jedoch, wenn er in einer von einem ihm vorhergehenden gewöhnlichen Pflug gezogenen Furche geht. Der rohe Boden wird durch den Untergrundpflug nicht in nennenswerter Menge heraufgebracht, der Untergrund jedoch je nach dem Tiefgang des Pfluges mehr oder weniger tief sehr vollkommen mit dem Kalk oder Mergel gemischt. Es ist bis jetzt gelungen, mittelst des Pfluges einen Morgen pro Tag im Untergrund zu kalken, jedoch nicht zu bezweifeln, dass bei längerer Übung noch mehr geschafft wird. Selbstverständlich muss das verwendete kalkhaltige Material möglichst fein und trocken sein, da sonst kein gleichmässiges Streuen erfolgt.

Von der Kalkung des Untergrundes sind von vornherein folgende Vorteile zu erwarten:

Die Schicht, in der die Kulturgewächse ihre Wurzeln ausbreiten, wird erheblich vertieft. Diese Vertiefung des Wurzelbettes übt unter den eigentümlichen Bodenverhältnissen auf dem Hochmoor schon dann eine gute Wirkung, wenn die Oberflächenschicht selbst noch eine normale Stärke besitzt (s. Vegetationsversuche w. u.), erst recht dann, wenn durch irgend welche Umstände eine Verminderung derselben eingetreten ist. Die verschiedenen Gewächse werden für eine Vertiefung des Wurzelbettes in verschiedenem Grade dankbar sein. Durch die stärkere Bewurzelung wird unter Umständen auch die oberirdische Entwicklung stark beeinflusst,[1]) und es kann diese Beeinflussung unter Umständen auch in einer nicht erwünschten Richtung liegen. Ausgedehnte Versuche müssen darüber noch Auskunft liefern, wann und namentlich zu welchen Früchten die Untergrundskalkung am besten vorgenommen wird. Kartoffeln, Hafer, Lupinen und Sommerroggen werden nach den bis jetzt vorliegenden Versuchen entschieden dadurch wesentlich in ihrem Gedeihen auf Hochmoorböden begünstigt.

Dadurch, dass die Wurzeln der Gewächse tiefer in den Boden eindringen, also aus tiefer gelegenen und wasserreicheren Schichten ihren Bedarf an Wasser decken können, wird die Wasserversorgung der Ackergewächse auf dem Hochmoorboden sicherer und damit der ganze Anbau. In einem der vorhergehenden Kapitel ist bewiesen worden, dass man bei der Entwässerung des Hochmoorbodens vorsichtig sein muss, wenn die Gewächse genügend Feuchtigkeit im Boden vorfinden sollen, und dass im allgemeinen die Entwässerung zweckmässigerweise nicht wesentlich über 50 *cm* Tiefe gesteigert werden soll. Da die Wurzeln sich nur in der entsäuerten Oberflächenschicht des Moorbodens ausbreiten, kann der Wasservorrat der tieferen Lagen höchstens durch Kapillarität der Oberflächenschicht zugeführt und von den Pflanzen genutzt werden. Die schwache Entwässerung erschwert jedoch namentlich in nassen Jahren die Bestellung und Pflege der Mooräcker ausserordentlich und beeinflusst nach mancher Richtung die Entwicklung der gebauten Früchte ungünstig. Nach Kalkung

[1]) Vergl. besonders die sehr lesenswerte Abhandlung von C. Kraus: Untersuchung über die Bewurzelung der Kulturpflanzen. Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik 1896, 16, S. 80.

des Untergrundes kann die Entwässerung ohne Schädigung des Ertrages verstärkt werden; es wird sogar, wenn den Pflanzen die Vorteile der Untergrundsentsäuerung völlig zu gute kommen sollen, unerlässlich sein, den Wasserspiegel tiefer zu senken.

Besondere Bedeutung ist der Frage der Untergrundskalkung bei der Anlage von Wiesen auf Hochmoorböden beizumessen, deren Entwässerung noch vorsichtiger als die des Ackers gehandhabt werden muss. Nach vielfachen Untersuchungen wurzeln die Wiesenpflanzen auf dem Hochmoor ausserordentlich flach. Da bei Dauerwiesen keine Bodenbearbeitung nach Anlage der Wiese mehr stattfindet, also keine Möglichkeit gegeben ist, durch stetiges tieferes Pflügen den Schwund der Krume nach der Kalkung einigermassen auszugleichen, so werden sich die schädlichen Wirkungen einer Verflachung der Krume bei Wiesen voraussichtlich besonders stark äussern, eine Vertiefung der für die Wurzeln zugänglichen Schicht durch Untergrundskalkung hier also besonders günstig wirken.[1])

Aus vorstehenden Darlegungen ergiebt sich ohne weiteres, dass die Versuche über die Wirkung der Untergrundskalkung mit solchen über die Wirkung einer verschieden tiefen Entwässerung notgedrungen verbunden werden müssen. Umfangreiche Feldversuche dieser Art auf Äckern und Wiesen sind auf dem neuen Versuchsfelde der Station im Maibuscher Moor eingeleitet.

Vor allem ist nach der Entsäuerung des Untergrundes eine bessere und nachhaltigere Wirkung der Düngemittel auf dem Hochmoorboden zu erwarten. Die Nährstoffe, die aus der Oberfläche in den Untergrund gelangen, sind für die Pflanzenernährung verloren, da die Wurzeln ihnen nicht zu folgen vermögen. Bei dem schwachen Absorptionsvermögen, welches humose Medien für bestimmte Nährstoffe besitzen, bei der geringen Stärke der Wurzelschicht ist dieser Umstand doppelt verhängnisvoll. Die Untersuchungen von Minssen und Schliebs zeigen sehr deutlich, wie grosse Mengen im Laufe der Jahre in den sauren Moostorfuntergrund gelangen, also für die Kulturgewächse auf dem Hochmoor verloren gegangen sind. Je tiefer die Wurzelschicht ist, desto länger bleiben die Nährstoffe den Wurzeln erreichbar, desto grösser ist die Wirkung und Nachwirkung der Düngung. Die Versuche, die bis jetzt nach der Richtung ausgeführt sind, haben die Richtigkeit obiger Darlegungen dargethan.

Bei dem Versuch über die Wirkung der Untergrundskalkung auf der verschieden stark entwässerten Fläche bei Kedenburg (s. S. 133) ist bei Kartoffeln wie Hafer der günstige Einfluss derselben sehr deutlich, namentlich auch nach der Richtung, dass die stärkere Entwässerung auf dem im Untergrund gekalkten Feld den Ertrag weniger vermindert, als auf der nicht im Untergrund entsäuerten Fläche.

[1]) Nach den Untersuchungen von Rosenberg, Lepinsky und anderen treiben unsere besten Wiesengräser (Lolium perenne, Phleum pratense, Dactylis glomerata, Festuca pratensis, Alopecurus pratensis, Cynosurus cristatus), sowie einzelne Kleearten unter günstigen Umständen ihre Wurzeln in grosse Tiefe, sind wahrscheinlich daher auch für eine Untergrundserschliessung durch Kalkung sehr dankbar.

Bei Besprechung des Versuches No. 5 (GELLNER in Giersdorf, S. 155) ist bereits hervorgehoben, dass die Untergrundskalkung auf Flächen, deren Ackerkrume nach stärkeren Kalkungen oder Mergelungen verflacht und deren Erträge stark zurückgegangen waren, eine ausserordentlich günstige Wirkung geübt hat, wenn das Ergebnis auch noch durch mehrjährige Fortsetzung des Versuches vollkommen sichergestellt werden muss.

Besonders gute Ergebnisse wurden durch Untergrundskalkung bei Beginn der Urbarmachung auf dem Versuchsfeld im Maibuscher Moor gewonnen.[1]) Die Ertragssteigerung durch solche betrug z. B. bei Hafer pro Hektar 352 *kg* Korn und 492 *kg* Stroh.[2])

In einem Falle, in dem eine tiefe Ackerkrume vorhanden war, trat zunächst keine deutliche Wirkung der Untergrundskalkung bei Hafer hervor. Dieselbe wird jedoch höchstwahrscheinlich sich noch in den folgenden Jahren äussern. Man muss berücksichtigen, dass unmittelbar nach der Kalkung des Untergrundes gewisse ungünstige Verhältnisse im Boden bestehen, die wohl in erster Linie auf die grosse Bodenlockerung zurückzuführen sind, gegen die einzelne Früchte empfindlich sind; es ist rätlich, die Untergrundskalkung möglichst frühzeitig, nicht, wie es bislang fast ausnahmslos geschehen musste, kurz vor der Bestellung vorzunehmen, damit die im Boden entstandenen Hohlräume wieder verschwinden, der Boden sich wieder dichter lagert. Dieses wird besonders nötig sein, wenn der Untergrund, wie bei dem in Rede stehenden Versuch, die Neigung hat, bei Bearbeitung mit dem Untergrundpflug in Schollen aufzubrechen. *Je früher man die Untergrundskalkung vornimmt, desto ungetrübter durch etwaige zunächst vorhandene, nach kurzer Zeit jedoch verschwindende Nebenwirkungen, werden die Vorteile derselben in Erscheinung treten.*

Die Frage der Verwendung kalkhaltiger Materialien auf Hochmooräckern und Wiesen in Verbindung mit der Entsäuerung des Untergrundes wird noch auf Jahre hinaus eine der wichtigsten Aufgaben unserer Feldversuche sein.

Die Folgerungen, die sich aus den vorstehenden Beobachtungen namentlich über den Einfluss der Krumentiefe auf die Höhe der Erträge für die Methodik der Feldversuche auf Hochmoorboden ergeben, werden in dem betreffenden Abschnitt besprochen werden.

VII. Versuche über die Wirkung von Kali und Phosphorsäure in verschiedener Form und Menge auf Hochmoor- und Niederungsmoorwiesen.

a) Die Versuche auf Hochmoorwiesen.

Die nachfolgenden Versuche wurden auf Wiesen ausgeführt, die auf zum Zwecke der Brenntorfgewinnung abgetorftem Hochmoor angelegt waren. Zur Bereitung von Brenntorf eignen sich nur die tiefer gelegenen, besser

[1]) Protokoll der Central-Moor-Kommission 1897, Bd. 39.

[2]) Die Versuche werden im Zusammenhang demnächst eingehend beschrieben werden.

zersetzten und dunkleren Schichten der Hochmoore. Die oberen, vorwiegend aus sehr wenig zersetztem hellem Moostorf bestehenden Lagen werden daher, wenn das Moor abgetorft wird, zunächst zurückgeworfen und später, nachdem die tieferen Schichten, soweit sie zur Torfgewinnung tauglich erscheinen, ausgestochen sind, auf die ausgetorfte Fläche zurückgebracht und sorgfältig verebnet. Ist der Grundwasserstand, was meistens der Fall ist, ein genügend hoher, so werden diese abgetorften Flächen mit Vorliebe zu Moorwiesen umgewandelt. Für das Verhalten dieses Bodens in landwirtschaftlicher Beziehung ist obiges Verfahren nicht ohne Bedeutung. Je nach der Mächtigkeit der unzersetzten oberen Moostorflagen ist die Stärke der eigentlichen Moorschicht verschieden und wechselt zwischen ziemlich weiten Grenzen. Der Boden besteht jedoch, da er sich nicht mehr in seiner natürlichen Lagerung befindet, aus grösseren und kleineren Moostorfschollen, die selbst nach langjährigem Lagern des Bodens nie wieder die Dichte des ungestörten Moores erreichen; vielmehr sind in dem Boden zahlreiche kleinere Hohlräume vorhanden, die eine ausgiebige Drainierung desselben herbeiführen und eine stärkere Durchlüftung desselben gestatten, als bei nicht gebrochenem Boden selbst bei intensiver Entwässerung möglich ist. Auf die Regelung der Wasserverhältnisse von Moorwiesen, die auf solchem abgetorftem Moor angelegt werden, sind diese Verhältnisse von grossem Einfluss.

In dem 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station S. 65 ist der gewöhnliche Plan eines Hochmoorkolonates in den nordwestdeutschen Hochmooren dargestellt. Da dieselbeu meistens langgestreckte Rechtecke darstellen, die mit der schmalen Seite von 100—140 *m* Breite an die bestehenden Wege oder Schiffahrtskanäle grenzen, und vielfach der Weg in der Mitte der Länge nach angelegt ist, so entstehen rechts und links von diesem Wege Moorflächen von 50—70 *m* Breite, die einerseits von dem Weg, andererseits von den beiden Grenzgräben des Kolonates und nach der Strasse oder dem Kanal hin durch einen Hauptentwässerungsgraben, bezw. den Kanal selbst begrenzt sind. Bei geordnetem Betrieb wird in der Regel mit dem Abtorfen an dem vordersten Ende des Kolonates, wo es an die vorhandenen Kommunikationswege anstösst, begonnen, Haus und Hofplatz ebenfalls in der Regel auf dem vorderen Teile des Kolonates angelegt, da dessen Kultur naturgemäss am ehesten in Angriff genommen worden und dessen Entwässerung am längsten gewährt und relativ am intensivsten ist. Auf der Grenze zwischen dem nichtabgetorften und abgetorften Moor befinden sich die Torfflächen, die alljährlich ein Stück in das nichtabgetorfte Moor weiter vorrücken und um ebensoviel das Areal der abgetorften Fläche vergrössern.

Von dieser am häufigsten getroffenen Einteilung der einzelnen Kolonate finden sich natürlich grössere oder geringere Abweichungen, die jedoch für die Beurteilung der Boden- und Wasserverhältnisse der abgetorften Flächen von geringer Bedeutung sind. So befindet sich nicht selten, namentlich bei weniger breiten Kolonaten, der Weg an der einen Langseite des Kolonates neben dem Grenzgraben. Im allgemeinen sind die abgetorften Flächen

durch die Grenzgräben so stark entwässert, dass bei Umwandlung derselben in Moorwiesen nur sehr geringfügige oder gar keine besonderen Entwässerungsvorrichtungen nötig sind. Bei besonders tief und nass gelegenen Flächen wird allenfalls ein Stichgraben in der Längs- oder Querrichtung von geringer Tiefe ausgeworfen. Es ist allerdings nicht zu leugnen, dass nicht selten die Entwässerung der von den Kolonisten angelegten Moorwiesen ohne Schaden verstärkt werden könnte. Bei der geschilderten Bodenbeschaffenheit machen sich jedoch offenbar die Folgen einer nicht ganz zureichenden Entwässerung nicht so stark bemerkbar, wie auf nichtabgetorftem Moorboden, und bei dem Wasserbedürfnis des Moorbodens (s. w. u.) droht gerade bei Wiesen andererseits wieder leicht die Gefahr einer zu starken Entwässerung.

Auf den Wiesenflächen, auf denen die nachfolgenden Versuche ausgeführt wurden und deren Lage der oben geschilderten entsprach, waren besondere Entwässerungsgräben ausser den Grenzgräben des Kolonates nicht vorhanden.

Die betreffenden Versuchsflächen waren bereits bei Beginn des Versuches von den Kolonisten in Wiesenland umgeschaffen. In dem Masse, wie diese seit Bestehen der Kolonien mit dem Abtorfen vorschritten, haben sie, wenigstens die regsamen unter ihnen, das abgetorfte Land zu Grasland niedergelegt, soweit sie es nicht, namentlich in der Nähe der Häuser, mit Fichten, Kiefern und Eichen aufforsteten. Vor dem Bekanntwerden des Kunstdüngers stand zur Düngung dieser Moorwiesenflächen nur tierischer Dünger zur Verfügung; mit Vorliebe wurde hierfür ein Kompost verwendet, der zu einem grossen Teil aus sogen. Schafmull bestand, durch Einstreu von Torfmull in die Schafställe gewonnener Dünger. Mit Hilfe dieses an Pflanzennährstoffen nicht allzureichen Düngers gelang es, verhältnismässig gute Wiesen zu schaffen, deren Erträge allerdings durch Zuhilfenahme künstlicher Düngemittel nach Güte und Menge sehr beträchtlich gesteigert werden.[1]) Da die Hilfsmittel der Kolonisten namentlich in der ersten Zeit beschränkt sind und das Abtorfen, besonders in den Kolonien, wo nicht das Hauptgewicht auf die Torfgewinnung gelegt wird, langsam erfolgt, so folgt hieraus und aus den übrigen örtlichen Umständen, dass die zu Wiesen umgewandelten Flächen je nach dem Alter der Kultur, der Stärke der Düngung, der Sackung und Verdichtung des Bodens, der grösseren oder geringeren Entfernung von den Gräben oder den schattenwerfenden Gehölzrändern in ihrer Bodenbeschaffenheit und ihren Wachstumsbedingungen sehr ungleichartig sein können, so dass es noch schwieriger ist, für vergleichende Versuche auf Wiesen genügend grosse gleichartige Flächen zu finden, als auf Ackerland. Die zu beschreibenden Versuche haben unter diesem Übelstand stark gelitten, namentlich Versuch 2, 3, 4 und 5, trotzdem bei der Einrichtung des Versuches die Ungleichartigkeit der Flächen nach Möglichkeit

[1]) Vergl. über die Vegetation der Moorwiesen der nordwestdeutschen Moorkolonien die Abhandlung von WEBER (s. w. u.).

beachtet wurde. Eine Kalk- oder Mergelzufuhr findet auf den so hergerichteten Wiesenflächen in der Regel nicht statt. Auch die zu den nachfolgenden Versuchen dienenden Flächen sind nicht besonders gekalkt worden. Mit dem Kompost werden allerdings im Laufe der Jahre recht beträchtliche Kalkmengen zugeführt. Um eine Vorstellung darüber zu gewinnen, wie hoch der Kalkgehalt derartiger Flächen ist, sind von einer grösseren Reihe von solchen in verschiedenstem Alter und Kulturzustand Proben aus der Oberfläche genommen, soweit dieselbe zersetzt und von Wurzeln durchzogen war, und auf ihren Gehalt an Kalk untersucht worden. Das Ergebnis dieser Untersuchung ist mit anderen auf die Flächen bezüglichen Notizen hierunter zusammengestellt. Sämtliche untersuchten Flächen liegen im Hellweger Moor.

1. Lahmeyer-Hintzendorf. Ohne Verwendung von Kunstdünger und Kalk 4—5 Jahre mit Kompost und wenig Seeschlick gedüngt. Narbe ziemlich schlecht. Weissklee, Honiggras und Seggen. Oberfläche auf 6—8 *cm* gut zersetzt.

Oberflächenschicht: Dunkelbraun, grösstenteils im ganzen gut zersetzt, sandführend mit thonigen Beimischungen (Schlick).

Tiefere Schicht: Zum Teil ziemlich gut, z. B. mässig zersetzter Moostorf.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

Oberfläche 0,68 % Kalk.
Tiefere Schicht . . . 0,40 „ „

2. Lahmeyer-Hintzendorf. Ohne Kunstdünger und Kalk vor 2 Jahren mit Kompost kultiviert. Narbe sehr schlecht, nur Sauergräser, etwas Weisklee und Moos.

Oberflächenschicht: Mässig bis ziemlich gut zersetzt, noch stark faserig.

Tiefere Schicht: Dunkelbrauner, mässig zersetzter Moostorf.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

Oberfläche 0,47 % Kalk.
Tiefere Schicht . . . 0,30 „ „

3. Lahmeyer-Hintzendorf. Wiese vor ungefähr 50 Jahren für künstliche Bewässerung angelegt, wird jezt noch zeitweise bewässert und daneben mit Kompost gedüngt. Oberfläche bis 20 *cm* Tiefe gut zersetzt. Narbe gut, Gräser und Weissklee.

Oberfläche: Schwarz, sehr gut zersetzt und erdig, sandführend.

Tiefere Schicht: Ziemlich gut bis mässig zersetzter Moostorf.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

Oberfläche 1,07 % Kalk.
Tiefere Schicht . . . 1,03 „ „

4. Erasmy-Hintzendorf (s. Versuch No. 2). Parzelle 8 und 13, nicht mit Kali, nur mit Thomasmehl gedüngt. Die Wiese wurde vor 50 Jahren angelegt, jedoch bis zum Beginn des Versuches nur mit Kompost gedüngt. Narbe mässig, vorwiegend Sauergräser und kümmernder Klee. Oberfläche bis 15 *cm* gut zersetzt.

Oberfläche: Braunschwarz, gut zersetzt und völlig erdig, sandführend.
Tiefere Schicht: Dunkelbrauner, mässig zersetzter Moostorf.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

Oberfläche 1,31 % Kalk.
Tiefere Schicht . . . 0,77 „ „

5. ERASMY-Hintzendorf. Wiese neben 4 gelegen, vor 50 Jahren mit Kompost kultiviert, in neuerer Zeit mit Kunstdünger gedüngt. Narbe sehr gut, Klee und Gräser. Oberfläche bis 15 *cm* gut zersetzt.

Oberfläche: Schwarz, gut zersetzt, völlig erdig und krümelig, sandhaltig.
Tiefere Schicht: Braunschwarz, ziemlich gut zersetzt, sandhaltig.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

Oberfläche 0,72 % Kalk.
Tiefere Schicht . . 0,45 „ „

6. F. BEHLING-Stellenfelde. Wiese vor 12 Jahren ohne Kalk mit Kompost kultiviert, später mit Kompost und Kunstdünger gedüngt. Oberfläche bis 10 *cm* gut zersetzt. Narbe von guter Beschaffenheit, viel Weissklee.

Oberfläche: Braunschwarz, gut zersetzt, fast völlig erdig, sandführend.
Tiefere Schicht: Dunkelbrauner, mässig zersetzter Moostorf.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

Oberfläche 0,69 % Kalk.
Tiefere Schicht . . 0,60 „ „

7. F. BEHLING-Stellenfelde. Vor 20 Jahren mit Kompost kultiviert. Narbe sehr gut, Oberfläche bis 15 *cm* gut zersetzt.

Oberfläche: Braunschwarz, gut zersetzt, erdig, krümelig und sandhaltig.

Tiefere Schicht: Mässig zersetzter, dunkelbrauner Moostorf.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

Oberfläche 0,81 % Kalk.
Tiefere Schicht . . 0,65 „ „

8. F. BEHLING-Stellenfelde. Vor 50 Jahren angelegte Wiese, mit Kompost, später auch mit Kunstdünger gedüngt. Die Oberfläche ist 18—20 *cm* gut zersetzt. Narbe vorzüglich, vorwiegend gute Gräser und Klee.

Oberfläche: Braunschwarz, gut zersetzt, völlig erdig, krümelig und sandführend.

Tiefere Schicht: Dunkelbrauner, mässig zersetzter Moostorf.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

Oberfläche 0,81 % Kalk.
Tiefere Schicht . . 0,77 „ „

9. JOH. HEINR. BEHLING-Stellenfelde. (Versuch No. 1.) Ungedüngte Parzellen. Oberfläche bis 10 *cm* gut zersetzt. Narbe sehr schlecht, Seggen und Moos.

Oberfläche: Schwarzbraun, im ganzen gut zersetzt, sandführend.
Tiefere Schicht: Dunkelbrauner, mässig zersetzter Moostorf.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

	Parzelle 6	Parzelle 20
Oberfläche . . .	0,47 %	0,56 % Kalk.
Tiefere Schicht . .	0,58 „	0,62 „ „

10. Joh. Heinr. Behling-Stellenfelde. Parzelle 20, nicht gedüngt. Bodenbeschaffenheit und Bodennarbe wie bei 9. Oberfläche 15 *cm* humifiziert.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

Oberfläche	0,56 % Kalk.
Tiefere Schicht . .	0,61 „ „

11. Joh. Heinr. Behling-Stellenfelde. Wiese vor 10 Jahren angelegt. Narbe gut. Oberfläche bis 15 *cm* gut zersetzt.

Oberfläche: Ziemlich gut zersetzt, schwarz.
Tiefere Schicht: Mässig zersetzter Moostorf.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

Oberfläche	1,66 % Kalk.
Tiefere Schicht . .	1,15 „ „

12. Joh. Heinr. Behling-Stellenfelde. Vor 20 Jahren kultivierte Wiesenfläche. Narbe sehr gut. Oberfläche bis 20 *cm* gut zersetzt.

Oberflächenschicht und tiefere Schicht wie bei 11.

Je 100 Teile der trocknen Substanz enthalten:

Oberfläche	0,83 % Kalk.
Tiefere Schicht . .	0,66 „ „

13. Joh. Heinr. Behling-Stellenfelde. Wiese über 50 Jahre alt. Narbe sehr gut. Oberfläche und tiefere Schicht wie bei 12. Oberfläche bis 20 *cm* gut zersetzt.

Je 100 Teile der Moortrockensubstanz enthalten:

Oberfläche	0,53 % Kalk.
Tiefere Schicht . .	0,60 „ „

Der leichteren Vergleichbarkeit wegen sind aus dem Volumgewicht und den prozentischen Zahlen in der folgenden Tabelle die Zahlen berechnet, die das in einer Bodenschicht von 20 *cm* Stärke von der Beschaffenheit der Oberfläche vorhandene Kalkquantum angeben.

	Gehalt an Kalk (CaO) in *kg* pro *ha* in einer Oberflächenschicht von 0—20 *cm* Tiefe
1. Lahmeyer-Hintzendorf	3908 *kg*
2. „ „	2093 „
3. „ „	4312 „
4. Erasmy-Hintzendorf	7715 „
5. „ „	4229 „
6. F. Behling-Stellenfelde	3609 „
7. „ „	4386 „
8. „ „	5146 „

	Gehalt an Kalk (CaO) in *kg* pro *ha* in einer Oberflächenschicht von 0—20 *cm* Tiefe
9. JOH. HEINR. BEHLING-Stellenfelde .	2829 *kg*
10. „ „ „ „ .	3269 „
11. „ „ „ „ .	7826 „
12. „ „ „ „ .	4926 „
13. „ „ „ „ .	2399 „

Sowohl der prozentische Gehalt an Kalk, als auch der in einer bestimmten Bodenschicht vorhandene Vorrat an solchem zeigt ziemlich grosse Schwankungen. Da eine eigentliche Kalkung oder Mergelung in keinem Fall stattgefunden[1]) hat, so ist die unkultiviertem Hochmoorboden gegenüber zu konstatierende starke Anreicherung mit Kalk der Zufuhr von Kompost und Dünger zuzuschreiben. Allerdings ist die Anreicherung des Bodens mit Kalk nur bei lang andauernder Kultur so gross, dass sie den Betrag einer normalen Kalkdüngung (3000 bis 4000 *kg* pro *ha*) wesentlich überschreitet. Dass jedoch unter Umständen auch bei relativ niedrigem Kalkgehalt die Entwicklung der Wiese eine befriedigende sein kann, thut das Beispiel unter 13 dar. Es ist allerdings wahrscheinlich, dass bei ausschliesslicher oder überwiegender Anwendung von Kunstdünger anstatt Stalldünger oder Kompost sich auch hier ein Bedürfnis nach einer stärkeren Kalkung herausstellen würde. Auf der unter 4 genannten, zu Versuch No. 2 dienenden Fläche ist der Kalkgehalt sehr gross, so dass hier von einer Kalkzufuhr kein dauernder Erfolg zu erwarten ist; dagegen ist es zweifelhaft, ob auf der Versuchsfläche unter 9 eine Kalkung nicht günstig gewirkt haben würde. Es ist das insofern für die Beurteilung der auf der Fläche gewonnenen Versuchsergebnisse von Bedeutung, als dann bei der Düngung mit Thomasmehl und Phosphorit eine Nebenwirkung des in diesen Phosphaten zugeführten Kalks eingetreten sein könnte.

Die Art der Versuchsanstellung war dieselbe wie bei den Feldversuchen, die Grösse der Parzellen betrug durchgehends 1 *a*. Eine Nachsaat wurde auf den Versuchsflächen nicht gegeben. Da keine Bearbeitung derselben stattfand, so bleiben die Grenzen der benachbarten verschieden gedüngten Parzellen trotz langjähriger Fortsetzung der Versuche scharf erhalten.

Die sämtlichen Versuche No. 1—7 sind von FLEISCHER[2]) eingeleitet und vom Referenten seit 1891/92 fortgesetzt worden.

1. **Versuch No. 1.**
2. Bodenart H.
3. JOH. HEINR. BEHLING in Stellenfelde, Hellweger Moor.

[1]) Im Fall 1 ist Schlick, der gewöhnlich 4—6 % Calciumoxyd enthält, aufgebracht worden. Wie viel konnte nicht ermittelt werden.

[2]) Über die erstjährigen Ergebnisse ist von FLEISCHER z. T. schon in den Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur Bd. 14, S. 441, 453, Bd. 15, S. 129 berichtet worden.

4. Die Fläche war seit langen Jahren als Wiese genutzt und mit Kompost gedüngt worden, jedoch noch nie mit Kunstdünger.

5. 25 *a*.

6. Wirkung von Kali in Form von Kainit in verschiedenen Mengen, desgleichen von Phosphorsäure in Form von Thomasmehl und Merkschem Phosphorit.

8. *Versuchsjahr 1891/92.*

9. Reihe 1. Ungedüngt.
„ 2. a) 156 *kg* Kali als Kainit.
b) 0, 50 (1), 75 (2), 100 (3) *kg* Phosphorsäure als Thomasmehl.
„ 3. a) 156 *kg* Kali als Kainit.
b) 0, 50 (1), 75 (2), 100 (3) *kg* Phosphorsäure als Phosphorit.
„ 4. a) 100 *kg* Phosphorsäure als Thomasmehl.
b) 0, 78 (1), 104 (2), 130 (3), 156 (4) *kg* Kali als Kainit.
Der Dünger wurde am 12. November 1891 gestreut.

11. d) 1. Schnitt 20. Juli, 2. Schnitt 24. August 1892.

13. a) Die ungedüngten Parzellen blieben stark zurück, desgleichen die nur mit Kali und die mit Phosphorit gedüngten. 11. Juni 1892: Regen und Wärme haben das Wachstum kräftig gefördert.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
6, 20	Reihe 1. Ungedüngt	0	5955, 5165	6310, 4755	5 560	5 533	11 093
4, 22	Reihe 2. Ausser Kainit *Thomasmehl*	0	4000, 4985	7010, 6560	4 492	6 785	11 277
1, 10		1	17485, 16750	14980, 18250	17 117	16 615	33 732
3, 17		2	18415, 21460	19235, 13875	19 938	16 555	36 493
24, 25		3	27685, 26610	17060, 20850	27 148	18 955	46 103
2, 11	Reihe 3. Ausser Kainit *Phosphorit*	1	8085, 6850	9130, 7980	7 468	8 555	16 023
7, 19		2	7645, 4350	10700, 8050	5 998	9 375	15 373
9, 23		3	11265, 11535	11790, 11850	11 400	11 820	23 220
12, 5	Reihe 4. Ausser Phosphorsäure als Thomasschlacke *Kainit*	0	5940, 7755	8520, 7310	6 848	7 915	14 763
13, 8		1	20785, 15550	15100, 13190	18 168	14 145	32 313
16, 18		2	14050, 20350	13540, 16470	17 200	15 005	32 205
15, 21		3	25935, 28000	20915, 17620	26 968	19 268	46 236
14		4	21000	16300	21 000	16 300	37 300

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Wie im Vorjahr, der Dünger wurde am 14. Dezember 1892 ausgestreut.

11. d) 1. Schnitt 20. Juni, 2. Schnitt 4. September 1893.

13. 3 April: Die *nicht* oder unvollständig gedüngten Parzellen sind sehr weit zurück.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
6, 20	Reihe 1. Ungedüngt	0	6010, 6555	9700, 6350	6 283	8 025	14 308
4, 22	Reihe 2. Ausser Kainit *Thomasmehl*	0	5210, 7630	5600, 9450	6 420	7 525	13 945
1, 10		1	15160, 14760	8900, 16100	14 960	12 500	27 460
3, 17		2	19160, 20280	11300, 20200	19 720	15 750	35 470
24, 25		3	22610, 25510	18950, 18900	24 060	18 925	42 985
2, 11	Reihe 3. Ausser Kainit *Phosphorit*	1	10280, 10330	10925, 11350	10 305	11 138	21 443
7, 19		2	8230, 7380	11150, 10000	7 805	10 575	18 380
9, 23		3	11710, 13400	15850, 13250	12 555	14 550	27 105
12, 5	Reihe 4. Ausser Thomasmehl *Kainit*	0	8530, 8030	8850, 9700	8 280	9 275	17 555
13, 8		1	13130, 15410	16400, 15950	14 270	16 175	30 445
16, 18		2	17710, 19810	15450, 21300	18 260	18 375	36 635
15, 21		3	17960, 20060	20250, 18300	19 010	19 275	38 285
14		4	19610	20750	19 610	20 750	40 360

8. *Versuchsjahr 1893/94.*

9. Wie im Vorjahr.

11. d) 1. Schnitt 20. Juni, 2. Schnitt 27. August 1894.

13. April: Die Entwicklung des Grases ist bis jetzt sehr dürftig und leidet stark unter häufigen Frösten. Mai: Bestand immer noch dürftig. Juni: Wesentliche Besserung des Bestandes nach ausgiebigem Regen. August: Der 2. Schnitt entwickelt sich kräftig und verspricht einen guten Ertrag.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
6, 20	Reihe 1. Ungedüngt	0	3500, 5400	5175, 5125	4 450	5 150	9 600
4, 22	Reihe 2. Ausser Kainit *Thomasmehl*	0	3400, 6850	4550, 6710	5 125	5 630	10 755
1, 10		1	12800, 15500	12750, 14600	14 150	13 675	27 825
3, 17		2	12100, 19250	16050, 18400	15 675	17 225	32 900
24, 25		3	22750, 26900	19000, 20250	24 825	19 625	44 450
2, 11	Reihe 3. Ausser Kainit *Phosphorit*	1	7150, 7250	7550, 8450	7 200	8 000	15 200
7, 19		2	4650, 5600	6025, 9300	5 125	7 662	12 787
9, 23		3	7900, 10500	10225, 9150	9 200	9 687	18 887
12, 5	Reihe 4. Ausser Thomasmehl *Kainit*	0	6000, 6850	7625, 7100	6 425	7 362	13 787
13, 8		1	12650, 16800	8915, 18490	14 725	13 702	28 427
16, 18		2	18150, 19750	16495, 20400	18 950	18 447	37 397
15, 21		3	19850, 13350	17950, 18050	16 600	18 000	34 600
14		4	18300	17680	18 300	17 680	35 980

8. *Versuchsjahr 1894/95.*

9. Wie vorher. Der Dünger wurde am 12. Dezember 1894 ausgestreut.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
6, 20	Reihe 1. Ungedüngt	0	3720, 3660	3500, 3630	3 690	3 565	7 255
4, 22	Reihe 2. Ausser Kainit *Thomasmehl*	0	3640, 5360	3550, 6090	4 500	4 820	9 320
1, 10		1	22200, 20075	12350, 11150	21 138	11 750	32 888
3, 17		2	25520, 19040	12100, 13650	22 280	12 875	35 155
24, 25		3	24040, 24240	14300, 12500	24 140	13 400	37 540
2, 11	Reihe 3. Ausser Kainit *Phosphorit*	1	9760, 9560	6350, 7500	9 660	6 925	16 585
7, 19		2	5600, 4494	5220, 4950	5 047	5 085	10 132
9, 23		3	9570, 6870	7100, 6450	8 220	6 775	14 995
12, 5	Reihe 4. Ausser Thomasmehl *Kainit*	0	10745, 8520	7000, 6300	9 633	6 650	16 283
13, 8		1	23850, 23130	12245, 13950	23 490	13 098	36 588
16, 18		2	27370, 20540	15300, 10450	23 955	12 875	36 830
15, 21		3	22710, 18110	13300, 13490	20 410	13 395	33 805
14		4	23240	13875	23 240	13 875	37 115

8. *Versuchsjahr 1895/96.*

9. Wie im Vorjahr. Parzelle 22 ist irrtümlich gedüngt worden, daher ausgeschaltet.

11. d) 1. Schnitt 24. Juni, 2. Schnitt 27. August 1896.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
6, 20	Reihe 1. Ungedüngt	0	7520, 9250	5510, 4980	8 385	5 245	13 630
4	Reihe 2. Ausser Kainit *Thomasmehl*	0	5175	5310	5 175	5 310	10 485
1, 10		1	23425, 10220	18085, 19100	16 823	18 592	35 415
3, 17		2	30410, 26120	22525, 19900	28 265	21 212	49 477
24, 25		3	24350, 28250	18095, 18085	26 300	18 090	44 390
2, 11	Reihe 3. Ausser Kainit *Phosphorit*	1	12260, 12325	10675, 7650	12 292	9 162	21 454
7, 19		2	8360, 11620	7300, 9090	9 990	8 195	18 185
9, 23		3	13050, 11820	8680, 8730	12 435	8 705	21 140
12, 5	Reihe 4. Ausser Thomasmehl *Kainit*	0	12520, 13020	10675, 13000	12 770	11 838	24 608
13, 8		1	25720, 24540	16880, 18545	25 130	17 713	42 843
16, 18		2	31640, 25675	21900, 19585	28 658	20 742	49 400
15, 21		3	26500, 22450	22330, 16560	24 475	19 445	43 920
14		4	25930	22690	25 930	22 690	48 620

8. *Versuchsjahr 1896/97.*

9. Wie im Vorjahr.

11. d) 1. Schnitt 24. Juni, 2. Schnitt 5. September.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
6, 20	Reihe 1. Ungedüngt	0	3510, 3620	5200, 6000	3 565	5 600	9 165
4	Reihe 2. Ausser Kainit *Thomasmehl*	0	4340	7500	4 340	7 500	11 840
1, 10		1	18520, 20950	15700, 19050	19 735	17 375	37 110
3, 17		2	26030, 20400	20600, 19100	23 215	19 850	43 065
24, 25		3	22560, 25420	21500, 21500	23 990	21 500	45 490
2, 11	Reihe 3. Ausser Kainit *Phosphorit*	1	7240, 9400	8600, 9250	8 320	8 925	17 245
7, 19		2	5240, 6640	6400, 8800	5 940	7 600	13 540
9, 23		3	8780, 8310	8900, 11700	8 545	10 300	18 845
12, 5	Reihe 4. Ausser Thomasmehl *Kainit*	0	7660, 11370	10400, 14000	9 515	12 200	21 715
13, 8		1	20980, 23200	17700, 20200	22 090	18 950	41 040
16, 18		2	25180, 20690	20100, 23450	22 935	21 775	44 710
15, 21		3	23280, 21390	23400, 22500	22 335	22 950	45 285
14		4	22870	22950	22 870	22 950	45 820

1. **Versuch No. 2.**

2. Bodenform H.

3. F. Erasmy in Hintzendorf, Hellweger Moor.

4. Seit langen Jahren als Wiese genutzt, noch nicht mit Kunstdünger gedüngt.

5. 18 *a*.

6. Wirkung von Kali in verschiedenen Mengen.

8. *Versuchsjahr 1891/92.*

9. a) 100 *kg* Phosphorsäure in Form von Thomasmehl pro Hektar.
b) 0, 65 (1), 91 (2), 117 (3), 143 (4) *kg* Kali in Form von Kainit.
Die Düngung im Jahre 1890/91 war die gleiche. Im Jahre 1889/90 erhielten die Parzellen 1, 3 330 *kg*, 5, 7 460 *kg*, 9, 11 600 *kg*, 14, 17 730 *kg* Sylvinit. Der Dünger wurde gestreut am 13. November 1891.

13. a) 21. April 1892: Mangel an Kali in der Düngung sehr deutlich bemerkbar. Der Bestand ist im allgemeinen noch sehr kurz. 11. Juni 1892: Regen und wärmeres Wetter haben die Entwicklung des Grases sehr gefördert.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. und 2. Schnitt im Mittel
8, 13	Kali 0	9 365, 6 405	6 210, 8 190	7 885	7 200	15 085
1, 3	„ 1	21 150, 25 450	15 075, 15 870	23 000	16 010	39 010
16, 18	„ 1	17 800, 27 600	14 840, 18 255			
5, 7	„ 2	31 800, 27 900	17 165, 16 340	23 863	17 019	40 882
10, 15	„ 2	22 850, 12 900	16 090, 18 480			
6, 9	„ 3	29 550, 26 520	18 240, 21 350	25 199	19 506	44 705
11, 12	„ 3	20 725, 24 000	19 145, 19 290			
2, 4	„ 4	27 195, 29 820	24 270, 20 480	29 020	21 349	50 369
14, 17	„ 4	30 150, 28 915	19 870, 20 775			

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Wie im Vorjahr. Der Dünger wurde am 24. und 25. November 1892 gestreut.

13. 29. April: Die Wiese zeigt eine gute Entwicklung, die Parzellen ohne Kali sind stark zurück.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. und 2. Schnitt im Mittel
8, 13	Kali 0	6 750, 7 900	4 700, 3 850	7 325	4 275	11 600
1, 3	„ 1	12 000, 18 250	10 600, 12 500	17 475	11 613	29 088
16, 18	„ 1	18 600, 21 050	10 050, 13 300			
5, 7	„ 2	14 000, 17 350	9 750, 10 850	16 850	11 325	28 175
10, 15	„ 2	16 950, 19 100	11 800, 12 900			
6, 9	„ 3	17 200, 17 600	11 400, 13 100	18 475	13 238	31 713
11, 12	„ 3	18 000, 21 100	13 250, 15 200			
2, 4	„ 4	15 800, 20 500	13 850, 15 950	20 362	15 000	35 362
14, 17	„ 4	20 950, 24 200	14 400, 15 800			

8. *Versuchsjahr 1893/94.*

9. Wie im Vorjahr. Der Dünger wurde am 17. November 1893 gestreut.

11. d) 1. Schnitt 26. Juni, 2. Schnitt 28. August 1894.

13. Juni: Der Mangel von Kali in der Düngung macht sich sehr deutlich bemerkbar.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. und 2. Schnitt im Mittel
8, 13	Kali 0	7 000, 4 920	9 125, 5 175	5 960	7 150	13 110
1, 3	„ 1	12 800, 15 900	17 125, 19 550	15 000	16 225	31 225
16, 18	„ 1	14 700, 16 600	12 275, 15 950			
5, 7	„ 2	17 150, 16 950	19 800, 19 080	16 375	18 480	34 855
10, 15	„ 2	16 500, 14 900	19 050, 15 985			
6, 9	„ 3	17 400, 14 800	20 850, 17 390	16 737	18 675	35 412
11, 12	„ 3	17 450, 17 300	18 700, 17 760			
2, 4	„ 4	17 600, 17 100	23 100, 21 110	17 400	19 352	36 752
14, 17	„ 4	17 800, 17 100	17 200, 16 000			

8. *Versuchsjahr 1894/95.*

9. Wie im Vorjahr.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. und 2. Schnitt im Mittel
8, 13	Kali 0	10 875, 7 715	13 000, 5 950	9 295	9 475	18 770
1, 3	„ 1	20 950, 23 975	18 250, 20 610	22 866	16 840	39 706
16, 18	„ 1	22 503, 24 035	13 250, 15 250			
5, 7	„ 2	20 495, 23 325	18 240, 20 570	21 089	18 290	39 379
10, 15	„ 2	21 825, 18 710	16 430, 17 920			
6, 9	„ 3	21 950, 20 925	19 930, 17 025	21 388	18 036	39 424
11, 12	„ 3	22 750, 19 925	18 510, 16 680			
2, 4	„ 4	26 245, 24 245	22 300, 24 200	22 660	19 805	42 465
14, 17	„ 4	19 425, 20 725	16 750, 15 970			

8. *Versuchsjahr 1895/96.*

9. Wie im Vorjahr.

11. d) 1. Schnitt 23. Juni, 2. Schnitt 2. September 1896.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. und 2. Schnitt im Mittel
8, 13	Kali 0	10 750, 6 650	11 080, 8 120	8 700	9 600	18 300
1, 3	„ 1	15 500, 18 100	14 430, 16 620	16 925	15 515	32 440
16, 18	„ 1	16 240, 17 860	15 010, 16 900			
5, 7	„ 2	21 950, 21 170	15 540, 14 880	20 260	15 628	35 888
10, 15	„ 2	20 140, 17 780	15 270, 16 820			
6, 9	„ 3	19 450, 19 880	15 920, 16 530	19 663	15 647	35 310
11, 12	„ 3	19 620, 19 700	14 790, 15 250			
2, 4	„ 4	17 800, 26 990	17 495, 22 290	20 160	18 200	38 360
14, 17	„ 4	18 420, 17 430	16 390, 16 420			

8. *Versuchsjahr 1896/97.*

11. d) 1. Schnitt 14. Juli, 2. Schnitt 23. August 1897.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. und 2. Schnitt im Mittel
8, 13	Kali 0	9 810, 6 720	11 950, 10 790	8 265	11 370	19 635
1, 3	„ 1	15 620, 15 880	18 650, 20 870	15 373	17 950	33 323
16, 18	„ 1	13 750, 16 240	15 030, 17 250			
5, 7	„ 2	17 710, 15 390	17 730, 16 760	17 343	18 105	35 448
10, 15	„ 2	18 720, 17 550	18 360, 19 570			
6, 9	„ 3	17 220, 15 220	19 380, 18 810	17 480	18 960	36 440
11, 12	„ 3	18 900, 18 580	18 810, 18 840			
2, 4	„ 4	18 990, 18 930	23 930, 22 820	18 260	21 033	39 293
14, 17	„ 4	17 250, 17 600	18 380, 19 000			

1. **Versuch No. 3.**
2. Bodenform H.
3. H. Tanke in Hintzendorf.
4. Seit langen Jahren als Wiese genutzt, jedoch noch nicht mit Kunstdünger gedüngt. Die Parzellen 20, 19, 18, 13 sind etwas später kultiviert worden.
5. 22 *a*.
6. Wirkung von Kali in verschiedener Menge und von Phosphorsäure.
7. b) Die Fläche ist nicht gekalkt.

8. *Versuchsjahr 1891/92.*

9. a) 100 *kg* Phosphorsäure in Form von Thomasmehl, ausgenommen Parzellen 2 und 21.

b) 0, 65 (1), 91 (2), 117 (3), 143 (4) *kg* Kali als Kainit.

c) In den Vorjahren die gleiche Stärke der Düngung, bis 1890 jedoch auf einem Teil der Parzellen an Stelle von Kainit ein Abfallsalz (Schreibers Kalisalz) verwendet. Gedüngt 21. November 1891.

11. d) 1. Schnitt 22. Juli, 2. Schnitt 29. August 1892.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse		Durchschnittsertrag an frischer Masse		Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
		1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	
2, 21	Ungedüngt	11 825, 16 600	10 200, 8 750	14 212	9 475	23 687
1, 8	Phosphorsäure 100 *kg*	7 725, 9 625	5 850, 9 880	10 425	9 283	19 708
16, 22	„ 100 „	10 825, 13 525	10 250, 11 150			
3, 7	Ausser Phosphorsäure *Kali* 1	16 175, 14 930	13 300, 11 650	16 889	12 800	19 689
14, 20	„ „ „ 1	20 000, 16 450	18 050, 8 200			
4, 9	„ „ „ 2	20 050, 21 550	15 600, 15 130	19 488	15 345	34 833
12, 13	„ „ „ 2	18 500, 17 850	15 100, 15 550			
5, 10	„ „ „ 3	21 725, 21 650	16 900, 14 750	21 894	15 563	37 457
17, 18	„ „ „ 3	20 050, 24 150	16 100, 14 500			
6, 11	„ „ „ 4	22 175, 23 050	17 650, 17 475	22 375	15 234	37 609
15, 19	„ „ „ 4	25 450, 18 825	14 400, 11 410			

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Wie im Vorjahr. Dünger ausgestreut 21. November 1892.

14.

Parzelle	Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse		Durchschnittsertrag an frischer Masse		Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
		1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	
2, 21	Ungedüngt	6 350, 6 100	8 225, 3 725	6 225	5 975	12 200
1, 8	Phosphorsäure 100 *kg*	4 050, 9 450	3 875, 10 625	7 300	8 337	15 631
16, 22	„ 100 „	8 600, 7 100	11 425, 7 425			
3, 7	Ausser Phosphorsäure *Kali* 1	14 700, 11 700	11 125, 7 025	14 412	11 113	25 525
14, 20	„ „ „ 1	19 450, 11 700	21 025, 5 275			
4, 9	„ „ „ 2	15 350, 14 950	15 650, 15 075	17 013	14 119	31 132
12, 13	„ „ „ 2	18 850, 18 900	14 575, 11 175			
5, 10	„ „ „ 3	16 050, 14 950	16 025, 14 050	17 225	15 094	32 319
17, 18	„ „ „ 3	21 700, 16 200	19 125, 11 175			
6, 11	„ „ „ 4	18 950, 17 050	17 125, 14 975	17 525	14 988	32 513
15, 19	„ „ „ 4	17 950, 16 150	18 425, 9 425			

1. **Versuch No. 4.**
2. Bodenform H.
3. Joh. Schnakenberg in Wörpedorf, Teufelsmoor.
4. Seit längerer Zeit als Wiese genutzt, jedoch ohne Kunstdünger.
5. 36 × 0,9 *a*.
6. Wirkung von Kali und Phosphorsäure in verschiedener Menge und Form.
7. b) Nicht gekalkt oder gemergelt.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Parzellen 1 und 10 ungedüngt; für die übrigen:
 Reihe 1. a) 156 *kg* Kali.
 b) 0, 50 (1), 75 (2), 100 (3) *kg* Phosphorsäure in Thomasschlacke und Phosphorit.
 Reihe 2. a) 100 *kg* Phosphorsäure in Thomasschlacke.
 b) 0, 78 (1), 104 (2), 130 (3), 156 (4) *kg* Kali in Kainit.

11. d) 1. Schnitt 12. Juli, 2. Schnitt 30. September 1892.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse: 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse: 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse: 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse: 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
1, 18	Reihe 1. Ungedüngt	0	9 922, 8 811	3628, 2767	9 366	3198	12 564
2, 17, 28	Reihe 2. Nur Kali	4	10 311, 10 167, 11 322	5117, 3811, 4400	10 600	4443	15 043
3, 16, 27	Reihe 3. Ausser Kali Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	13 922, 11 733, 12 522	6056, 4511, 4744	12 726	5104	17 830
5, 14, 26		2	16 478, 15 033, 12 000	8422, 5700, 5256	14 504	6459	20 963
7, 12		3	14 711, 16 256	6428, 7044	15 484	6736	22 220
4, 15, 29	Reihe 4. Ausser Kali Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	13 339, 13 633, 12 637	5811, 4839, 4855	13 113	5169	18 282
6, 13, 30		2	15 044, 14 422, 12 533	6867, 5044, 4200	13 999	5370	19 369
8, 11		3	14 067, 14 067	6533, 6044	14 067	6289	20 356
10, 20, 35	Reihe 5. Nur Phosphorsäure (Thomasmehl)	3	11 763, 8 522, 8 828	4589, 3811, 3089	9 704	3830	13 534
19, 25, 36	Reihe 6. Ausser Thomasmehl *Kali*	1	9 489, 11 622, 9 867	4893, 5567, 3400	10 326	4620	14 946
9, 21, 34		2	14 200, 10 200, 10 311	6117, 4011, 3022	11 570	4383	15 953
22, 24, 32		3	11 389, 12 344, 11 489	4155, 5450, 3244	11 741	4283	16 024
23, 31, 33		4	11 121, 11 989, 10 339	4578, 4022, 3022	11 150	3874	15 024

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Wie im Vorjahr. Der Kunstdünger wurde am 18. November 1892 gestreut.

11. d) 1. Schnitt 11. Juli, 2. Schnitt 22. September 1893.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse: 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse: 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse: 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse: 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
1, 18	Reihe 1. Ungedüngt	0	5 350, 6 050	2450, 1800	5 700	2125	7 825
2, 17 28	Reihe 2. Nur Kali	4	8 200, 9 300 9 300	2950, 3700 3700	8 933	3450	12 383
3, 16 27	Reihe 3. Ausser Kali Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	11 850, 12 100 12 300	6100, 4700 4150	12 083	4983	17 066
5, 14 26		2	12 350, 11 450 12 550	6600, 4700 5100	12 117	5467	17 584
7, 12		3	9 150, 12 150	5100, 7100	10 650	6100	16 750
4, 15 29	Reihe 4. Ausser Kali Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	10 000, 9 750 8 450	4700, 3300 4350	9 400	4117	13 517
6, 13 30		2	10 350, 9 600 8 550	4700, 3700 3750	9 500	4050	13 550
8, 11		3	10 200, 10 200	4350, 5100	10 200	4725	14 925
10, 20 35	Reihe 5. Nur Phosphorsäure (Thomasmehl)	3	6 850, 7 325 6 250	3200, 2700 2700	6 809	2867	9 676
19, 25 36	Reihe 6. Ausser Thomasmehl *Kali*	1	9 475, 11 400 8 350	3900, 4700 3200	9 742	3933	13 675
9, 21 34		2	9 800, 9 050 7 300	4550, 3100 3000	8 717	3550	12 267
22, 24 32		3	9 750, 11 125 8 600	3700, 4700 2900	9 825	3767	13 592
23, 31 33		4	10 275, 10 300 8 550	4450, 4150 3000	9 708	3867	13 575

8. *Versuchsjahr 1893/94.*

9. Wie im Vorjahr.

11. d) 1. Schnitt 11. Juli, 2. Schnitt 18. September 1894.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
1, 18	Reihe 1. Ungedüngt	0	13 500, 7 940	4925, 3080	10 720	4002	14 722
2, 17 28	Reihe 2. Nur Kali	4	13 610, 9 830 8 220	5030, 4240 4220	10 553	4397	14 950
3, 16 27	Reihe 3. Ausser Kali Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	21 440, 17 440 11 560	6130, 5270 3510	16 813	4970	21 783
5, 14 26		2	20 000, 19 560 12 670	6700, 4800 3220	17 410	4907	22 317
7, 12		3	16 440, 24 440	6330, 8375	20 440	7352	27 792
4, 15 29	Reihe 4. Ausser Kali Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	15 330, 16 110 12 440	4980, 3970 4050	14 627	4333	18 960
6, 13 30		2	9 330, 16 220 10 110	6330, 5000 4400	11 887	5243	17 130
8, 11		3	18 170, 19 560	6000, 6420	18 865	6210	25 075
10, 20 35	Reihe 5. Nur Phosphorsäure	3	12 170, 10 000 13 060	4200, 3900 4000	12 077	4033	16 110
19, 25 36	Reihe 6. Ausser Thomasmehl *Kali*	1	12 780, 12 670 18 940	3890, 3860 6400	14 797	4717	19 514
9, 21 34		2	16 610, 12 550 12 110	5450, 4000 3500	13 757	4317	18 074
22, 24 32		3	13 000, 12 940 13 000	3650, 3890 3270	12 980	3603	16 583
23, 31 33		4	13 220, 14 560 13 280	3900, 4450 3470	13 687	3940	17 627

8. *Versuchsjahr 1894/95.*

9. Wie im Vorjahr.

11. d) 1. Schnitt 28. Juni, 2. Schnitt 10. September 1895.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
1, 18	Reihe 1. Ungedüngt	0	8960, 7880	7444, 4278	8 420	5 861	14 281
2, 17 28	Reihe 2. Nur Kali	4	11850, 10090 9390	7178, 6000 6656	10 443	6 611	17 054

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
3, 16 27	Reihe 3. Ausser Kali Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	11170, 12540 11010	7533, 6579 7422	11 573	7 178	18 751
5, 14 26		2	13280, 13270 9140	9922, 8444 6722	11 897	8 363	20 260
7, 12		3	16030, 15200	9878, 8878	15 615	9 378	24 993
4, 15 29	Reihe 4. Ausser Kali Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	9950, 10790 12840	7333, 6861 9000	11 193	7 731	18 924
6, 13 30		2	13620, 10800 11900	9811, 8767 7489	12 107	8 689	20 796
8, 11		3	13760, 14230	10522, 11478	13 995	11 000	24 995
10, 20 35	Reihe 5. Nur Phosphorsäure (Thomasmehl)	4	9030, 5770 12640	5633, 3444 6856	9 147	5 311	14 458
19, 25 36	Reihe 6. Ausser Thomasmehl *Kali*	1	9880, 9850 17210	5157, 7144 8300	12 313	6 867	19 180
9, 21 34		2	11380, 8160 12720	9967, 4967 7140	10 753	7 358	18 111
22, 24 32		3	8990, 11030 12010	5000, 7311 7478	10 677	6 596	17 273
23, 31 33		4	11040, 13590 12820	7144, 8444 7211	12 483	7 600	20 083

1. **Versuch No. 5.**
2. Bodenform H.
3. Vorsteher TIETJEN, Wörpedorf im Teufelsmoor.
4. Seit längerer Zeit als Wiese genutzt, jedoch ohne Kunstdünger.
5. 36 × 0,9 *a*.
6. Wirkung von Kali und Phosphorsäure in verschiedenen Mengen und in verschiedener Form.
7. b) Nicht gekalkt oder gemergelt.

8. *Versuchsjahr 1891/92.*

9. Parzellen 1, 18 nicht gedüngt; für die übrigen:

 Reihe 1. a) 156 *kg* Kali in Kainit.

 b) 0, 50 (1), 75 (2), 100 (3) *kg* Phosphorsäure in Form von Thomasmehl und Phosphorit.

 „ 2. a) 100 *kg* Phosphorsäure in Thomasschlacke.

 b) 0, 78 (1), 104 (2), 130 (3), 156 (4) *kg* Kali in Kainit pro Hektar.

 Die Düngung im Jahre 1890/91 war dieselbe.

11. d) 1. Schnitt 11. Juli, 2. Schnitt 19. September 1892.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
1, 18	Reihe 1. Ungedüngt	0	6610, 8930	2880, 2910	7 770	2895	10 665
2, 17 28	Reihe 2. Nur Kali (Kainit)	4	8230, 10910 11395	3330, 3290 3040	10 178	3220	13 398
3, 16 27	Reihe 3. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	9980, 11945 14160	4420, 3105 3980	12 028	3835	15 863
5, 14 26		2	15240, 11420 16350	7650, 3640 5970	14 337	5753	20 090
7, 12		3	14890, 14510	4480, 5855	14 700	5168	19 868
4, 15 29	Reihe 4. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	12310, 11330 12210	5470, 3350 3830	11 950	4217	16 167
6, 13 30		2	12740, 11030 10850	5295, 4305 2880	11 540	4160	15 700
8, 11		3	13860, 11630	5240, 4445	12 745	4843	17 588
10, 20 35	Reihe 5. Nur Phosphorsäure (Thomasmehl)	3	8790, 9140 10060	3100, 3730 2540	9 330	3123	12 453
19, 25 36	Reihe 6. Ausser Thomasmehl *Kali*	1	13480, 16930 13020	4705, 5230 4130	14 477	4688	19 165
9, 21 34		2	12320, 11260 10990	5135, 4355 2065	11 523	3852	15 375
22, 24 32		3	12005, 16440 14380	4930, 5555 3330	14 275	4605	18 880
23, 31 33		4	14180, 14830 15350	5105, 5030 4370	14 787	4835	19 622

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Wie im Vorjahr. Der Dünger wurde am 19. November 1892 ausgestreut.

11. d) 1. Schnitt 11. Juli, 2. Schnitt 22. September 1893.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
1, 18	Reihe 1. Ungedüngt	0	6 025, 6 000	4300, 3600	6 013	3950	9 963
2, 17 28	Reihe 2. Nur Kali (Kainit)	4	7 000, 9 650 9 350	3450, 4850 4750	8 667	4350	13 017

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse		Durchschnittsertrag an frischer Masse		Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
			1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	
3, 16 27	Reihe 3. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	10 020, 10 750 10 790	6700, 6700 6500	10 520	6633	17 153
5, 14 26		2	13 120, 9 850 12 500	9270, 7570 8700	11 823	8513	20 336
7, 12		3	12 600, 12 400	7590, 8400	12 500	7995	20 495
4, 15 29	Reihe 4. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	11 250, 8 960 8 600	7300, 5375 5810	9 603	6162	15 765
6, 13 30		2	12 000, 9 450 7 750	7280, 5550 4950	9 733	5927	15 660
8, 11		3	11 350, 10 350	5960, 5930	10 850	5930	16 780
10, 20 35	Reihe 5. Nur Phosphorsäure (Thomasmehl)	3	7 000, 9 800 11 500	6350, 6400 6050	9 433	6267	15 700
19, 25 36	Reihe 6. Ausser Thomasmehl *Kali* (Kainit)	1	10 250, 13 300 9 250	6100, 9525 4250	10 933	6625	17 558
9, 21 34		2	12 850, 8 500 9 050	7450, 5200 5550	10 133	6067	16 200
22, 24 32		3	9 100, 11 000 12 250	5850, 7950 7310	10 783	7037	17 820
23, 31 33		4	12 400, 11 000 11 700	9210, 6350 7000	11 700	7520	19 220

8. *Versuchsjahr 1893/94.*

9. Wie im Vorjahr.

11. d) 1. Schnitt 10. Juli, 2. Schnitt 17. September 1894.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse		Durchschnittsertrag an frischer Masse		Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
			1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	
1, 18	Reihe 1. Ungedüngt	0	8 440, 8 060	4200, 3240	8 250	3 720	11 970
2, 17 28	Reihe 2. Nur Kali (Kainit)	4	8 720, 11 060 13 610	5130, 3550 8720	11 130	5 800	16 930
3, 16 27	Reihe 3. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	15 500, 15 500 16 610	7920, 7050 9100	15 870	8 023	23 893
5, 14 26		2	19 110, 14 940 16 220	11 400 7800 9250	16 757	9 483	26 240
7, 12		3	15 170, 18 440	7850, 9440	16 805	8 645	25 450

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
4, 15 29	Reihe 4. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	14 940, 10 690 12 720	9470, 4740 9820	12 783	8 010	20 793
6, 13 30		2	13 830, 12 830 12 280	8100, 5950 8170	12 980	7 407	20 387
8, 11		3	14 830, 12 780	7300, 7290	13 805	7 295	21 100
10, 20 35	Reihe 5. Nur Phosphorsäure (Thomasmehl)	3	15 000, 15 830 17 170	7600, 10625 8400	16 000	8 875	24 875
19, 25 36	Reihe 6. Ausser Thomasmehl *Kali* (Kainit)	1	14 610, 14 390 13 930	9330, 9650 7600	14 310	8 860	23 170
9, 21 34		2	17 220, 14 610 15 720	9320, 8660 9790	15 850	9 257	25 107
22, 24 32		3	15 000, 15 830 15 500	10000, 10570 12380	15 443	10 983	26 426
23, 31 33		4	15 170, 14 280 15 060	11025, 10550 10150	14 837	10 575	25 412

8. *Versuchsjahr 1894/95.*

9. Wie im Vorjahr. Der Dünger wurde ausgestreut am 13. Dezember 1894.

11. d) 1. Schnitt 27. Juni, 2. Schnitt 9. September 1895.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
1, 18	Reihe 1. Ungedüngt	0	6610, 9320	4922, 5222	7 965	5 072	13 037
2, 17 28	Reihe 2. Nur Kali (Kainit)	4	9050, 13980 15040	6189, 7822 8556	12 690	7 522	20 212
3, 16 27	Reihe 3. Ausser Kainit *Phosphorsäure* (Thomasmehl)	1	12450, 17480 18030	8256, 10222 9466	15 987	9 311	25 298
5, 14 26		2	18280, 14480 17780	12700, 9622 10222	16 847	10 848	27 695
7, 12		3	17230, 19220	13256, 12367	18 225	12 812	31 037
4, 15 29	Reihe 4. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	14950, 14390 14290	9556, 9367 8356	14 543	9 093	23 636
6, 13 30		2	11160, 13980 13320	8811, 8667 8311	12 820	8 596	21 416
8, 11		3	13170, 15140	10022, 9700	14 155	9 861	24 016

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
10, 20, 35	Reihe 5. Nur Phosphorsäure (Thomasmehl)	3	13990, 12460, 17050	8311, 7600, 11111	14 500	9 007	23 507
19, 25, 36	Reihe 6. Ausser Thomasmehl Kali in *Kainit*	1	13280, 16280, 13830	8356, 10222, 8589	14 463	9 056	23 519
9, 21, 34		2	13000, 10660, 16830	10000, 6467, 9222	13 497	8 563	22 060
22, 24, 32		3	14280, 15170, 17080	6111, 7567, 10444	15 510	8 041	23 551
23, 31, 33		4	13720, 14440, 17790	9133, 9922, 8967	15 317	9 341	24 658

1. **Versuch No. 6.**
2. Niederungsmoor des Wümmethales.
3. H. Müller in Ottersberg.
4. Als Wiese kultiviert, noch nicht mit Kunstdünger gedüngt.
5. 22 *a*.
6. Wirkung von Phosphorsäure in verschiedener Form und Menge.
8. *Versuchsjahr 1891/92.*
9. Parzellen 2, 21 ungedüngt; für die übrigen:
 a) 156 *kg* Kali als Kainit.
 b) 0, 50 (1), 75 (2), 100 (3) *kg* Phosphorsäure in Form von Thomasmehl und Merck'schem Phosphorit. Düngung im Vorjahr die gleiche. Kunstdünger gestreut am 1. Dezember 1891.
11. d) 1. Schnitt 6. Juli, 2. Schnitt 9. September 1892.
14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
2, 21	Reihe 1. Ungedüngt	—	16535, 8935	13670, 9180	12 735	11 425	24 160
3, 20	Reihe 2. Nur Kali	—	20935, 18835	15660, 12910	19 635	14 285	33 920
1, 9, 15	Reihe 3. Ausser Kali Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	29585, 21435, 29285	20540, 17700, 15250	26 768	17 830	44 598
5, 11, 17		2	30610, 21835, 29185	18490, 23550, 16640	27 210	19 560	46 770
7, 13, 19		3	25700, 30385, 22085	17260, 18060, 15170	26 057	16 830	42 887

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
4, 10 16	Reihe 4. Ausser Kali Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	22785, 16610 25610	14960, 15510 14460	21 668	14 977	36 645
6, 12 18		2	21885, 25460 20435	13460, 15050 13575	22 593	14 028	36 621
8, 14 22		3	18960, 22985 13235	14860, 13550 14810	18 393	14 407	32 800

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Wie im Vorjahr. Kunstdünger gestreut am 14. Dezember 1892.

11. d) 1. Schnitt 16. Juni 1893, 2. Schnitt ?.

13. Die Wiese ist nach der einen Seite, Parzellen 1—3, 12—14, von besserer Bodenbeschaffenheit als auf der anderen Seite.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
2, 21	Reihe 1. Ungedüngt	—	9900, 7450	15600, 9350	8 675	12 475	21 150
3, 20	Reihe 2. Nur Kali	—	11600, 12400	16150, 13150	12 000	14 650	26 650
1, 9 15	Reihe 3. Ausser Kali Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	20850, 14300 16300	20850, 15400 16300	17 150	17 517	34 667
5, 11 17		2	18750, 16000 16750	17900, 16150 16000	17 167	16 683	33 850
7, 13 19		3	15500, 19300 15100	14700, 21900 9730	16 633	15 443	32 076
4, 10 16	Reihe 4. Ausser Kali Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	12950, 12350 15350	15200, 13700 15750	13 550	14 883	28 433
6, 12 18		2	12450, 16450 13350	12950, 21400 13200	14 083	15 850	29 933
8, 14 22		3	12500, 14400 14300	13300, 18350 15850	13 733	15 833	29 566

1. **Versuch No. 7.**
2. Niederungsmoor des Wümmethales.
3. Witwe SACKMANN in Ottersberg.
4. Als Wiese kultiviert, noch nicht mit Kunstdünger gedüngt.
5. 22 *a*.
6. Wirkung von Phosphorsäure in verschiedener Form und Stärke.

8. *Versuchsjahr 1891/92.*

9. Parzellen 2, 21 nicht gedüngt; für die übrigen:
 a) 156 *kg* Kali in Kainit.
 b) 0, 50 (1), 75 (2), 100 (3) *kg* Phosphorsäure in Form von Thomasmehl und MERCK'schem Phosphorit. Die Fläche ist im Vorjahr in gleicher Weise gedüngt worden.

11. d) 1. Schnitt 7. Juli, 2. Schnitt 12. September 1892.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse		Durchschnittsertrag an frischer Masse		Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
			1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt	
2, 21	Reihe 1. Ungedüngt	—	8685, 4560	11160, 10350	6 623	10 755	17 378
3, 20	Reihe 2. Nur Kainit	—	11485, 8610	10800, 5360	10 048	8 080	18 128
1, 9, 15	Reihe 3. Ausser Kainit *Phosphorsäure* (Thomasmehl)	1	20185, 18735, 15410	19230, 14210, 15470	18 110	16 303	34 413
5, 11, 17		2	19585, 18310, 17885	17690, 15950, 16920	18 593	16 853	35 446
7, 13, 19		3	14460, 16785, 20035	15900, 19280, 16520	17 093	17 233	34 326
4, 10, 16	Reihe 4. Ausser Kainit *Phosphorsäure* (Phosphorit)	1	12610, 12510, 10885	12770, 11085, 12160	12 002	12 005	24 007
6, 12, 18		2	14034, 9785, 19485	14050, 12600, 17210	14 435	14 620	29 055
8, 14, 22		3	12410, 11910, 10685	11460, 11110, 10485	11 668	11 018	22 686

8. *Versuchsjahr 1892/93.*

9. Wie im Vorjahr. Der Kunstdünger wurde am 14. Dezember ausgestreut.

11. d) 1. Schnitt 17. Juni, 2. Schnitt ?.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
2, 21	Reihe 1. Ungedüngt	—	6 500, 3 900	10 450, 13 150	5 200	11 800	17 000
3, 20	Reihe 2. Nur Kainit	—	9 550, 6 900	13 450, 15 050	8 225	14 250	22 475
1, 9, 15	Reihe 3. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	17 850, 12 900, 16 300	18 400, 16 350, 18 450	15 683	17 733	33 416
5, 11, 17		2	19 470, 16 950, 16 000	16 850, 16 750, 20 000	17 473	17 867	35 340
7, 13, 19		3	15 550, 17 650, 15 700	16 150, 17 300, 19 500	16 300	17 650	33 950
4, 10, 16	Reihe 4. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	13 950, 11 150, 12 100	15 850, 15 250, 16 700	12 400	15 933	28 333
6, 12, 18		2	15 200, 12 100, 14 950	16 550, 16 950, 18 500	14 083	17 333	31 416
8, 14, 22		3	9 950, 12 200, 10 850	14 150, 17 500, 16 800	11 000	16 150	27 150

8. *Versuchsjahr 1893/94.*

9. Wie im Vorjahr.

11. d) 1. Schnitt 30. Juni, 2. Schnitt 3. September 1894.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
2, 21	Reihe 1. Ungedüngt	—	8650, 4475	9400, 5000	6 562	7 200	13 762
3, 20	Reihe 2. Nur Kainit	—	9300, 6650	8900, 11150	7 975	10 025	18 000
1, 9, 15	Reihe 3. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	20300, 13700, 16450	15350, 14150, 15400	16 817	14 967	31 784
5, 11, 17		2	16350, 12050, 17600	16450, 13450, 16450	15 333	15 450	30 783
7, 13, 19		3	14750, 18200, 15400	15850, 14500, 17150	16 117	15 833	31 950
4, 10, 16	Reihe 4. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	13600, 9400, 13700	12550, 9900, 12250	12 233	11 567	23 800
6, 12, 18		2	11700, 15550, 12350	12550, 12200, 12400	13 200	12 383	25 583
8, 14, 12		3	9550, 12450, 8150	11250, 10750, 9550	10 050	10 517	20 567

8. *Versuchsjahr 1894/95.*

9. Wie im Vorjahr. Der Dünger wurde am 14. Dezember 1894 gestreut.

11. d) 1. Schnitt 15. Juni, 2. Schnitt 9. September 1895.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse: 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse: 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse: 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse: 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
2, 21	Reihe 1. Ungedüngt	—	12 100, 12 850	8 850, 4 250	12 475	6 550	19 025
3, 20	Reihe 2. Nur Kainit	—	9 950, 9 000	6 600, 5 400	9 475	6 000	15 475
1, 9 15	Reihe 3. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	27 750, 14 600 28 450	15 850, 12 950 14 900	23 600	14 567	38 167
5, 11 17		2	28 100, 21 500 27 000	16 250, 13 350 14 300	25 533	14 633	40 166
7, 13 19		3	27 900, 24 800 26 200	15 750, 14 300 14 550	26 300	14 867	41 167
4, 10 16	Reihe 4. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	17 000, 15 650 17 500	9 750, 9 000 8 800	16 717	9 138	25 855
6, 12 18		2	18 650, 18 500 9 955	11 220, 9 600 9 700	15 700	10 173	25 873
8, 14 12		3	17 450, 18 750 29 000	9 800, 11 150 8 350	21 733	9 767	31 500

8. *Versuchsjahr 1895/96.*

9. Wie im Vorjahr. Der Kunstdünger wurde am 18. Oktober 1895 gestreut.

11. d) 1. Schnitt 25. Juni, 2. Schnitt 4. September 1896.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse: 1. Schnitt	Ertrag pro *ha* an frischer Masse: 2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse: 1. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse: 2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
2, 21	Reihe 1. Ungedüngt	—	8 880, 7 740	7 745, 5 535	8 310	6 640	14 950
3, 20	Reihe 2. Nur Kainit	—	7 180, 6 900	7 225, 6 445	7 040	6 835	13 875
1, 9 15	Reihe 3. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	19 140, 17 000 19 840	12 045, 15 825 16 015	18 660	14 628	33 288
5, 11 17		2	20 500, 17 500 17 660	15 415, 15 800 15 455	18 587	15 557	34 144
7, 13 19		3	19 700, 17 480 18 640	17 935, 14 535 15 200	18 607	15 890	34 497

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
4, 10 16	Reihe 4. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	13 400, 12 100 12 100	11 635, 10 575 10 745	12 533	10 985	23 518
6, 12 18		2	14 180, 11 350 11 600	12 385, 9 535 11 145	12 377	11 022	23 399
8, 14 22		3	16 480, 12 250 12 200	13 100, 11 925 11 045	13 643	12 023	25 666

8. *Versuchsjahr 1896/97.*

9. Wie im Vorjahr. Der Kunstdünger wurde am 28. November 1896 gestreut.

11. d) 1. Schnitt 25. Juni, 2. Schnitt 1. September 1897.

14.

Parzelle	Reihe und Düngung	Stärke der Düngung	Ertrag pro *ha* an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Durchschnittsertrag an frischer Masse 1. Schnitt	2. Schnitt	Gesamtertrag an frischer Masse 1. u. 2. Schnitt im Mittel
2, 21	Reihe 1. Ungedüngt	—	8 470, 5 450	7 300, 6 300	6 960	6 800	13 760
3, 20	Reihe 2. Nur Kainit	—	6 510, 6 160	8 100, 5 400	6 335	6 750	13 085
1, 9 15	Reihe 3. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Thomasmehl*	1	19 130, 17 980 18 480	15 100, 17 200 16 800	18 530	16 367	34 897
5, 11 17		2	18 230, 16 170 17 030	15 800, 15 100 15 500	17 144	15 467	32 611
7, 13 19		3	19 620, 16 510 17 980	19 050, 14 100 17 000	18 037	16 717	34 754
4, 10 16	Reihe 4. Ausser Kainit Phosphorsäure in *Phosphorit*	1	11 980, 10 480 11 430	11 300, 11 200 9 800	11 267	10 767	22 034
6, 12 18		2	12 960, 9 930 12 870	13 400, 10 300 12 400	11 920	12 033	23 953
8, 14 22		3	13 310, 13 230 11 030	14 100, 13 500 11 400	12 523	13 000	25 523

Zusammenstellung der Ergebnisse.

In den folgenden Tabellen sind zunächst die bei den einzelnen Versuchen während der ganzen Versuchsdauer erzielten Erträge an grüner Masse in beiden Schnitten zusammen aufgeführt, ferner die Zahlen für den

Ertrag bei verschiedener Düngung, wenn derjenige der *nicht* gedüngten oder *einseitig* gedüngten Parzellengruppen gleich 100 gesetzt wird.

Versuch No. 1. JOH. HEINR. BEHLING, Stellenfelde. Hochmoor.

Parzellengruppe	Düngung	Stärke der Düngung	1891/92 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1891/92 Ertrag bei 1 = 100	1892/93 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1892/93 Ertrag bei 1 = 100	1893/94 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1893/94 Ertrag bei 1 = 100	1894/95 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1894/95 Ertrag bei 1 = 100	1895/96 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1895/96 Ertrag bei 1 = 100	1896/97 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1896/97 Ertrag bei 1 = 100
1	Ungedüngt	—	11 093	100	14 308	100	9 600	100	7 255	100	13 630	100	9 165	100
2	Nur Kainit	—	11 277	102	13 945	97	10 755	112	9 320	128	10 485	77	11 840	129
3	Ausser Kainit *Thomasmehl*	1	33 732	304	27 460	192	27 825	290	32 888	453	35 415	260	37 110	405
4		2	36 493	329	35 470	248	32 900	343	35 155	485	49 477	363	43 065	470
5		3	46 103	416	42 985	300	44 450	463	37 540	517	44 390	326	45 490	496
6	Ausser Kainit *Phosphorit*	1	16 023	144	21 443	150	15 200	158	16 585	229	21 454	157	17 245	188
7		2	15 373	139	18 380	128	12 787	133	10 132	140	18 185	133	13 540	148
8		3	23 220	209	27 105	189	18 887	197	14 995	207	21 140	155	18 845	206
9	Nur Thomasschlacke	0	14 763	133	17 555	123	13 787	144	16 253	224	24 608	181	21 715	237
10	Ausser Thomasschlacke *Kainit*	1	32 313	291	30 445	213	28 427	296	36 588	504	42 843	314	41 040	448
11		2	32 205	290	36 635	256	37 397	390	36 830	508	49 400	362	44 710	488
12		3	46 236	417	38 285	268	34 600	360	33 805	466	43 920	322	45 285	494
13		4	37 300	336	40 360	282	35 980	375	37 115	512	48 620	357	45 820	500

Versuch No. 2. F. ERASMY, Hintzendorf. Hochmoor.

Parzellengruppe	Düngung	Stärke der Düngung	1891/92 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1891/92 Ertrag bei 1 = 100	1892/93 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1892/93 Ertrag bei 1 = 100	1893/94 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1893/94 Ertrag bei 1 = 100	1894/95 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1894/95 Ertrag bei 1 = 100	1895/96 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1895/96 Ertrag bei 1 = 100	1896/97 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1896/97 Ertrag bei 1 = 100
1	Ausser Thomasmehl *Kali*	0	15 085	100	11 600	100	13 110	100	18 770	100	18 300	100	19 635	100
2		1	39 010	259	29 088	251	31 225	238	39 706	211	32 440	177	33 323	170
3		2	40 882	271	28 175	243	34 855	266	39 379	209	35 888	196	35 448	181
4		3	44 705	296	31 713	273	35 412	270	39 424	210	35 310	193	36 440	185
5		4	50 369	334	35 362	305	36 752	280	42 465	226	38 360	210	39 293	200

Versuch No. 3. H. TANKE, Hintzendorf. Hochmoor.

Parzellengruppe	Düngung	Stärke der Düngung	1891/92 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1891/92 Ertrag bei 1 = 100	1892/93 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1892/93 Ertrag bei 1 = 100
1	Ungedüngt	—	23 687	100	12 200	100
2	Nur Thomasmehl	—	19 708	83	15 637	128
3	Ausser Thomasmehl *Kali*	1	19 689	83	25 525	209
4		2	34 833	147	31 132	255
5		3	37 457	158	32 319	265
6		4	37 609	158	32 513	267

Versuch No. 4. Joh. Schnakenberg, Wörpedorf. Hochmoor.

Parzellengruppe	Düngung	Stärke der Düngung	1891/92 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1891/92 Ertrag bei 1 = 100	1892/93 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1892/93 Ertrag bei 1 = 100	1893/94 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1893/94 Ertrag bei 1 = 100	1894/95 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1894/95 Ertrag bei 1 = 100
1	Ungedüngt	—	12 564	100	7 825	100	14 722	100	14 281	100
2	Nur Kali	—	15 043	120	12 383	158	14 950	102	17 054	119
3	Ausser Kali *Thomasmehl*	1	17 830	142	17 066	218	21 783	148	18 751	131
4		2	20 963	167	17 583	225	22 317	152	20 260	142
5		3	22 220	177	16 750	214	27 792	189	24 993	175
6	Ausser Kali *Phosphorit*	1	18 282	146	13 517	173	18 960	129	18 924	133
7		2	19 369	154	13 550	173	17 130	116	20 796	146
8		3	20 356	162	14 925	191	25 075	170	24 995	175
9	Nur Phosphorsäure	0	13 534	108	9 676	124	16 110	109	14 458	101
10	Ausser Thomasmehl *Kali*	1	14 946	119	13 675	175	19 514	133	19 180	134
11		2	15 943	127	12 267	157	18 074	123	18 111	127
12		3	16 024	128	13 592	174	16 583	113	17 273	121
13		4	15 024	120	13 575	173	17 627	120	20 083	141

Versuch No. 5. H. W. Tietjen, Wörpedorf. Hochmoor.

Parzellengruppe	Düngung	Stärke der Düngung	1891/92 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1891/92 Ertrag bei 1 = 100	1892/93 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1892/93 Ertrag bei 1 = 100	1893/94 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1893/94 Ertrag bei 1 = 100	1894/95 Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	1894/95 Ertrag bei 1 = 100
1	Ungedüngt	—	10 665	100	9 963	100	11 970	100	13 037	100
2	Nur Kainit	—	13 398	126	13 017	131	16 930	141	20 212	155
3	Ausser Kainit *Thomasmehl*	1	15 863	149	17 153	172	23 893	200	25 298	194
4		2	20 090	188	20 336	204	26 240	219	27 695	212
5		3	19 868	186	20 495	206	25 450	213	31 037	238
6	Ausser Kainit *Phosphorit*	1	16 167	152	15 765	158	20 793	174	23 636	181
7		2	15 700	147	15 660	157	20 387	170	21 416	164
8		3	17 588	165	16 780	168	21 100	176	24 016	184
9	Nur Thomasmehl	3	12 453	117	15 700	158	24 875	208	23 507	180
10	Ausser Thomasmehl *Kainit*	1	19 165	180	17 558	176	23 170	194	23 519	180
11		2	15 375	144	16 200	163	25 107	209	22 060	169
12		3	18 880	177	17 820	179	26 426	221	23 551	181
13		4	19 622	184	19 220	193	25 412	212	24 658	189

Versuch No. 6. H. MÜLLER, Ottersberg. Niederungsmoor.

Parzellengruppe	Düngung	Stärke der Düngung	1891/92		1892/93	
			Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	Ertrag bei 1 = 100	Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	Ertrag bei 1 = 100
1	Ungedüngt	—	24 160	100	21 150	100
2	Nur Kainit	—	33 920	140	26 650	126
3	Ausser Kainit *Thomasmehl*	1	44 598	185	34 667	164
4		2	46 770	194	33 850	160
5		3	42 887	178	32 076	152
6	Ausser Kainit *Phosphorit*	1	36 645	152	28 433	134
7		2	36 621	152	29 933	142
8		3	32 800	136	29 566	140

Versuch No. 7. SACKMANN, Ottersberg. Niederungsmoor.

Parzellengruppe	Düngung	Stärke der Düngung	1891/92		1892/93		1893/94		1894/95		1895/96		1896/97	
			Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	Ertrag bei 1 = 100	Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	Ertrag bei 1 = 100	Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	Ertrag bei 1 = 100	Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	Ertrag bei 1 = 100	Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	Ertrag bei 1 = 100	Ertrag in *kg* pro *ha* an frischer Masse	Ertrag bei 1 = 100
1	Ungedüngt	—	17 378	100	17 000	100	13 762	100	19 025	100	14 950	100	13 760	100
2	Nur Kainit	—	18 128	104	22 475	132	18 000	131	15 475	81	13 875	93	13 085	95
3	Ausser Kainit *Thomasmehl*	1	34 413	198	33 416	197	31 784	231	38 167	201	33 288	223	34 897	254
4		2	35 446	204	35 340	208	30 783	224	40 166	211	34 144	228	32 611	237
5		3	34 326	197	33 950	200	31 950	232	41 167	216	34 497	231	34 754	253
6	Ausser Kainit *Phosphorit*	1	24 007	138	28 333	167	23 800	173	25 855	136	23 518	158	22 034	160
7		2	29 055	167	31 416	185	25 583	186	25 873	136	23 399	157	23 953	174
8		3	22 686	131	27 150	160	20 567	149	31 500	166	25 666	172	25 523	185

Die Zusammensetzung des Bodens von einzelnen der 7 Versuchsflächen ist in Proben, die von den ungedüngten oder einseitig gedüngten Parzellen entnommen waren, gelegentlich der von MINSSEN und SCHLIEBS ausgeführten Untersuchung über die Veränderung des Kulturbodens auf Hochmoor unter dem Einfluss der Düngung ermittelt worden (s. w. u.). Es sei auf den betreffenden Abschnitt verwiesen und hier nur das *durchschnittliche* Quantum wichtiger Pflanzennährstoffe wiedergegeben, das in einem bestimmten Bodenraume vorhanden ist.

Versuch No. 1. J. H. BEHLING. Ungedüngte Parzellen.

In einer Schicht von 20 *cm* Stärke und 1 *ha* Fläche sind enthalten:

	Stickstoff	Kalk	Phosphorsäuse	Kali
In der Oberfläche . . .	9286 *kg*	2829 *kg*	1180 *kg*	298 *kg*.
In den tieferen Lagen .	5358 „	1639 „	375 „	72 „

Versuch No. 2. FR. ERASMY. Nur mit Thomasmehl gedüngte Parzellen.

	Stickstoff	Kalk	Phosphorsäure	Kali
In der Oberfläche . . .	10837 *kg*	7715 *kg*	2179 *kg*	353 *kg*.
In den tieferen Lagen .	2610 „	1794 „	256 „	69 „

Von der Niederungsmoorfläche des SACKMANN (Versuch No. 7) wurden Proben aus den nie gedüngten Parzellen im Jahre 1894 entnommen und mit folgendem Ergebnis untersucht.

100 Teile der Moorsubstanz enthalten in der Oberfläche:

	Parzelle 2	Parzelle 21
Verbrennliche Stoffe	17,16	22,31
Stickstoff.	0,83	1,17
Mineralstoffe	82,84	77,69
In Salzsäure Unlösliches . . .	80,01	73,87
Kalk	0,95	1,36
Kali	0,08	0,07
Phosphorsäure	0,14	0,18

Die Fläche ist mithin ein Niederungsmoor von anmooriger Beschaffenheit und ziemlich reich an Pflanzennährstoffen. Die Versuchsfläche No. 6 ist nicht untersucht worden. Sie liegt in der Nähe der Fläche des Versuches No. 7 und weicht äusserlich in ihrer Bodenbeschaffenheit nur dadurch von derselben ab, dass sie einen mehr ausgesprochen niederungsmoorartigen Charakter trägt.

A. Die Wirkung der Düngung auf die Quantität der Erträge.

Die Wirkung der Düngung auf Hochmoorwiesen.

Die Düngung mit Kali allein bei Versuch No. 1 hat keine oder eine nur sehr geringe Wirkung ausgeübt. Im Durchschnitt des ganzen Versuches ist der Ertrag der nur mit Kali gedüngten Parzellen **107**, wenn der der nicht gedüngten gleich **100** gesetzt wird. Die Wirkung der einseitigen Phosphorsäuredüngung in Thomasmehl ist etwas stärker und im Durchschnitt des ganzen Versuches gleich **174**, gegenüber 100 für die nicht gedüngten Parzellen. Trotz des mehrfach grösseren Gehaltes an Phosphorsäure im Boden als an Kali ist derselbe somit gegen eine Kalidüngung weniger dankbar, als gegen eine solche mit Phosphorsäure gewesen. Die Phosphorsäure muss in verhältnismässig schwerer löslicher Form als das Kali vorhanden sein. Bei den auf Böden ähnlicher Art angestellten Versuchen No. 4 und 5 ist die Wirkung der Kalidüngung allein etwas stärker als bei Versuch No. 1. Es wurde in den 2 genannten Versuchen dieselbe Menge Kali und Phosphorsäure auf den nur mit Kali oder Phosphorsäure gedüngten Parzellen gegeben. Setzt man den Ertrag der ungedüngten Parzellen bei Versuch No. 4 und 5 gleich 100, so wurden im Durchschnitt geerntet bei

Versuch No. 4 allein mit Kainit 125, allein mit Phosphorsäure 110,
„ „ 5 „ „ „ 138, „ „ „ 166.

Bei Versuch No. 4 ist also die Wirkung einseitiger Kalidüngung grösser als bei Versuch No. 1, einseitiger Phosphorsäuredüngung kleiner; bei Versuch No. 5 ebenso, nur ist der Unterschied bezüglich der Phosphorsäure viel geringer als bei Versuch No. 4. Von den Böden der Versuche No. 4 und 5 liegen Analysen leider nicht vor; vielleicht würden Beziehungen zwischen der Wirkung der Kali- und Phosphorsäurezufuhr und der Zusammensetzung der verschiedenen Böden aufzufinden gewesen sein. Eine sehr beträchtliche, wenn auch verschieden grosse Steigerung des Ertrages bewirkt die gleichzeitige Düngung mit Kali und Phosphorsäure. Um die *Wirkung und Ausnutzung der verschieden starken Düngungen* übersichtlich darzustellen, sind die folgenden Tabellen in der Art berechnet worden, dass unter a die Verhältniszahl für den Mehrertrag bei steigenden Phosphorsäuremengen neben einer Kaligrunddüngung (Differenz zwischen den nur mit Kali und den mit Phosphorsäure und Kali gedüngten Parzellen), sowie für steigende Kalimengen neben einer Thomasmehlgrunddüngung berechnet worden sind (Differenz zwischen den nur mit Thomasmehl und den mit Thomasmehl und Kainit gedüngten Parzellen); ferner unter b die Verhältniszahlen für den Ertrag, der erhalten worden wäre, wenn die stärkeren Düngungen ebenso gut wie die schwächeren gewirkt hätten.

Versuch No. 1.

		1891/92		1892/93		1893/94		1894/95		1895/96		1896/97	
	kg	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Steigende Mengen Phosphorsäure in Thomasmehl	50	202	202	95	95	178	178	325	325	183	183	276	276
	75	227	303	151	142	231	267	357	487	286	274	341	314
	100	314	404	203	190	351	356	389	650	249	366	367	452
Steigende Mengen Phosphorsäure in Phosphorit	50	42	42	53	53	46	46	101	101	80	80	59	59
	75	37	63	41	79	22	69	12	151	56	120	19	88
	100	107	84	92	106	85	92	79	202	78	160	77	118
Steigende Mengen Kali in Kainit	78	158	158	190	190	152	152	280	280	133	133	211	211
	104	157	211	133	253	246	203	284	373	181	177	251	281
	130	284	264	145	316	216	254	242	466	141	221	257	352
	156	203	316	159	380	231	306	288	560	176	266	263	422

Versuch No. 2.

Steigende Mengen Kali	65	159	159	151	151	138	138	111	111	77	77	70	70
	91	171	223	143	211	166	193	109	155	96	108	81	98
	117	196	286	173	272	170	248	110	200	93	139	85	126
	143	234	350	205	332	180	304	126	244	110	169	100	154

Versuch No. 3.

		1891/92		1892/93	
	kg	a	b	a	b
Steigende Mengen Kali	65	(0)	—	81	81
	91	64	—	127	113
	117	75	—	137	146
	143	75	—	139	178

Versuch No. 4.

	kg	1891/92 a	1891/92 b	1892/93 a	1892/93 b	1893/94 a	1893/94 b	1894/95 a	1894/95 b
Steigende Mengen Phosphorsäure in Thomasmehl	50	22	22	60	60	46	46	12	12
	75	47	33	67	90	50	69	23	18
	100	57	44	56	120	87	92	56	24
Steigende Mengen Phosphorsäure in Phosphorit	50	26	26	15	15	27	27	14	14
	75	34	39	15	22	14	40	27	21
	100	42	52	33	30	68	54	56	28
Steigende Mengen Kali	78	11	11	51	51	24	24	33	33
	104	19	15	33	68	14	32	26	44
	130	20	18	50	85	4	40	20	55
	156	12	22	49	102	11	48	40	66

Versuch No. 5.

	kg	1891/92 a	1891/92 b	1892/93 a	1892/93 b	1893/94 a	1893/94 b	1894/95 a	1894/95 b
Steigende Mengen Phosphorsäure in Thomasmehl	50	23	23	41	41	59	59	39	39
	75	62	34	73	60	78	88	57	58
	100	60	46	75	82	72	118	83	78
Steigende Mengen Phosphorsäure in Phosphorit	50	26	26	27	27	33	33	26	26
	75	21	39	26	40	29	49	9	39
	100	39	52	37	54	35	66	29	52
Steigende Mengen Kali	78	63	63	18	18	0	—	0	—
	104	27	84	15	24	1	—	—	—
	130	60	105	21	30	13	—	1	—
	156	67	126	35	36	4	—	9	—

Versuch No. 6.

	kg	1891/92 a	1891/92 b	1892/93 a	1892/93 b
Steigende Mengen Phosphorsäure in Thomasmehl	50	45	45	38	38
	75	54	67	34	57
	100	38	90	26	76
Steigende Mengen Phosphorsäure in Phosphorit	50	12	12	8	8
	75	12	18	16	12
	100	—	24	14	16

Versuch No. 7.

	kg	1891/92 a	1891/92 b	1892/93 a	1892/93 b	1893/94 a	1893/94 b	1894/95 a	1894/95 b	1895/96 a	1895/96 b	1896/97 a	1896/97 b
Steigende Mengen Phosphorsäure in Thomasmehl	50	94	94	65	65	100	100	120	120	130	130	59	59
	75	100	141	76	97	93	150	130	180	135	195	42	88
	100	93	188	68	130	101	200	135	240	138	260	58	118
Steigende Mengen Phosphorsäure in Phosphorit	50	34	34	35	35	42	42	55	55	65	65	65	65
	75	63	51	53	52	55	63	55	82	64	96	79	97
	100	27	68	28	70	18	84	85	110	79	130	90	130

Zunächst fällt auf, dass die Wirkung der Düngung überhaupt bei Versuch No. 1 und 2, im allgemeinen sehr viel stärker ist, als bei Versuch No. 3—5. Während wir bei Versuch No. 1 Mehrerträge durch Düngung

bis zu dem 5fachen des Ertrages der nicht gedüngten Parzellen, bei Versuch No. 2 bis zu nahezu dem $3^1/_2$fachen zu verzeichnen haben, steigt der Ertrag bei Versuch No. 3 günstigstenfalls auf etwas über das $2^1/_2$fache, bei Versuch No. 4 und 5 höchstens nur wenig über das 2fache der nicht gedüngten Parzellen. Es ist nicht zu verkennen, dass die Steigerung der Erträge vielfach unregelmässig ist, so z. B. bei der Phosphoritreihe des Versuches No. 1, in der durchgehends die mittlere Menge einen verhältnismässig geringen Erfolg bringt. Wir werden derartige Erscheinungen in erster Linie der aus der Entstehung der Flächen hinreichend erklärlichen Ungleichmässigkeit derselben zuschreiben müssen, deren Einwirkungen auf das Versuchsergebnis sich bei grösster Sorgfalt der Versuchseinrichtung nicht völlig ausgleichen lassen. Bei Versuch No. 3 wurde wegen allzu grosser Ungleichartigkeit der Fläche der Versuch im Jahre 1893 aufgegeben. Die Flächen bei Versuch No. 4 und 5 waren ausserdem nicht ganz genügend entwässert, ein Umstand, der die Wirkung der Düngung offenbar beeinträchtigt hat. Es wurden auf denselben, selbst bei vollkommener Düngung, durchgehends geringere Erträge erzielt, als bei Versuch No. 1—3. Nach anderweitigen Beobachtungen ist die Bodenbeschaffenheit der Versuchsflächen No. 4 und 5 wohl kaum schlechter, als die der übrigen Hochmoorwiesenflächen.

Betrachten wir nun bei den verschiedenen Versuchen die Wirkung der verschiedenen Düngermengen. Wenn wir die unter a aufgeführten Verhältniszahlen für die thatsächliche Ertragssteigerung mit den Zahlen unter b vergleichen, die die berechnete Steigerung des Ertrages angeben, wenn das stärkere Düngerquantum in derselben Weise wie das schwächere ausgenützt worden wäre, so zeigt sich folgendes:

Mit steigenden Mengen *Thomasmehl-Phosphorsäure* steigt im allgemeinen der Ertrag, jedoch in den verschiedenen Jahren in verschiedenem Verhältnis. 1891/92 bleibt die Wirkung der stärkeren Düngung ziemlich weit hinter der berechneten zurück, in den beiden folgenden Jahren herrscht zwischen wirklich erzielten und berechneten Erträgen eine befriedigende Übereinstimmung.[1]) Im Jahre 1894/95 üben die stärkeren Düngungen eine geringe Wirkung aus, die Ertragssteigerung durch die geringste Menge Thomasmehl ist in diesem Jahre ganz ausserordentlich hoch, im Jahre

[1]) Bei der ausgeführten Berechnung liegt die Voraussetzung zu Grunde, dass die schwächste Düngergabe völlig zur Wirkung gekommen ist. Ist das nicht der Fall gewesen, ist also durch irgend einen anderen Faktor, der nur auf der betreffenden Parzellengruppe, nicht auf den anderen gewirkt hat, der Ertrag geringer gewesen, als er der Düngung nach hätte werden können, so kann die Zahl, die für die Düngerwirkung der stärker gedüngten Parzellen berechnet wird, unter Umständen kleiner sein, als die auf Grund des thatsächlichen Ertrages gefundene. Die Anreicherung mit den im Boden verbliebenen Resten der alljährlich zugeführten Pflanzennährstoffe auf den stärker gedüngten Parzellen wird die Zahlen für die Ausnutzung ebenfalls beeinflussen. Auch bei den vorliegenden Versuchen tritt diese Erscheinung einigemale auf, ohne dass mit Sicherheit entschieden werden kann, welche der beiden Möglichkeiten diese Wirkung hervorgebracht hat; beide können unter Umständen zusammentreffen.

1895/96 ist die mittlere Gabe noch zur vollen Ausnutzung gelangt, ebenso im Jahre 1896/97. Namentlich bei den stärkeren Düngungen muss sich im Laufe der Jahre die Einwirkung der Bodenanreicherung durch die im Überschuss zugeführten und nicht zur Ausnutzung gelangten Düngermengen äussern, was ja auch die weiter unten wiedergegebenen Untersuchungen zeigen. Während also in den ersten Jahren ein Quantum von 100 *kg* Phosphorsäure verhältnismässig gut ausgenutzt worden ist, ist nach 1894/95 nur eine geringere Wirkung der stärksten Phosphorsäuredüngung in Thomasmehl gegenüber der mittleren Gabe von 75 *kg* zu verzeichnen.[1]) Allerdings ist diese Steigerung in einzelnen Fällen noch so gross, dass die Verwendung der stärkeren Gabe zunächst nicht unwirtschaftlich erscheint. 25 *kg* Thomasmehlphosphorsäure stellen sich auf der Verbrauchsstelle einschliesslich Fracht höchstens auf 6,25 Mk. Bei Annahme eines Heupreises von 4 Mk. pro 100 *kg* ist nur ein Mehrertrag von rund 160 *kg* entsprechend ca. 800 *kg* frischer Masse nötig, um den Mehraufwand zu decken, so dass z. B. im Jahre 1896/97 der Mehrertrag bei der stärksten Thomasmehldüngung gegenüber der mittleren von rund 2400 *kg* grüner Masse die stärkere Thomasmehldüngung rentabel erscheinen lässt. Der Ertrag der Thomasmehldüngung 3 im Jahre 1895/96 ist offenbar durch irgend einen Zufall geschädigt worden, im Jahre 1894/95 ist der Mehrertrag bei Thomasmehldüngung 3 über 2 ebenfalls annähernd gleich 2400 *kg*. Bei Versuch No. 4 und 5 ist die Wirkung der Thomasmehldüngung überhaupt, wahrscheinlich aus den bereits dargelegten Gründen, sehr viel geringer, als bei Versuch No. 1, und bei Versuch No. 4 wiederum im Durchschnitt kleiner, als bei Versuch No. 5. In beiden Versuchen ist die Wirkung der stärkeren Düngungen vielfach grösser, als nach derjenigen der schwächeren hätte erwartet werden können; zeitweilig ist dagegen auch das Umgekehrte der Fall. Die Ergebnisse sind durch die ungleichmässige Beschaffenheit der Versuchsfläche offenbar beeinflusst; jedoch ist nicht zu verkennen, dass selbst nach längerer Dauer des Versuches die stärkste Düngung mit Thomasmehl (100 *kg* Phosphorsäure pro Hektar entsprechend) verhältnismässig noch gut ausgenutzt worden ist.

Phosphorit zeigt auf der Fläche des Versuches No. 1 eine im Vergleich zu Thomasmehl schwache Wirkung. Die Parzellengruppe mit 75 *kg* Phosphorsäure in Form von Phosphorit bringt während der ganzen Versuchsdauer einen so niedrigen Ertrag, dass hier besonders ungünstige Wachstums- oder Bodenverhältnisse vorausgesezt werden müssen. Wir werden sie daher füglich bei Betrachtung der Wirkung steigender Phosphoritmengen ausser acht lassen dürfen. Geschieht dieses, so zeigt sich in den ersten Jahren eine gute Ausnutzung der stärkeren Phosphoritgaben, in den späteren Jahren geht sie stark zurück. In allen Jahren bleibt die Wirkung des Phosphorits sehr weit hinter der der Thomasschlacke zurück. Man hätte annehmen

[1]) Die etwa vorhandene verschiedene Löslichkeit der Schlackenphosphorsäure (Citratlöslichkeit nach Wagner) hat selbstredend bei diesen Versuchen keine Beachtung finden können.

sollen, dass bei der schwachen Wirkung der Phosphorit-Phosphorsäure die Wirkung der stärkeren Düngung mit solcher auf längere Zeit eine entsprechende Steigerung der Erträge hätte verursachen müssen, zumal bei dem Thomasmehl auch in späteren Jahren die grösseren Gaben noch gut wirken. Die Gründe für die gegenteilige Beobachtung sind wahrscheinlich in folgendem zu suchen:

Die Rohphosphate wirken auf dem Hochmoorboden in erster Linie deshalb, weil durch die freien Humussäuren desselben die Phosphorsäure gelöst und in eine den Pflanzen zugängliche Form übergeführt wird. Je stärker der Hochmoorboden entsäuert ist, desto schwächer ist der aufschliessende Einfluss desselben auf unlösliche Phosphate.[1]) Die Gegenwart geringerer oder grösserer Mengen von Humussäuren hat für die Wirksamkeit der Phosphorsäure in Thomasmehl nicht die grosse Bedeutung wie für Phosphorit, weil die Phosphorsäure des Thomasmehles schon durch schwächere Agentien, z. B. kohlensäurehaltiges Wasser, gelöst werden kann. Der Boden der Versuchsfläche No. 1 ist jedoch offenbar bereits ziemlich stark entsäuert gewesen, andernfalls würde eine sehr viel stärkere Wirkung des Phosphorits eingetreten sein.[2]) Ermittlungen des Gehaltes an freien Humussäuren im Boden der Versuchfläche No. 1 sind nicht vorgenommen worden, ein Aufschliessungsversuch, der mit demselben und zum Vergleich mit zwei anderen Böden desselben Kolonats ausgeführt wurde (Dezember 1892), spricht jedoch für die Richtigkeit der Annahme. Aus derselben Menge Phosphorit gingen bei Digestion an Phosphorsäure in Lösung auf 100 *g* des trocken gedachten Bodens:

Probe von den nicht gedüngten Parzellen des Versuches No. 1 .	0,006 *g*.
„ „ nicht abgetorftem, sehr altem Kulturland	0,005 „
„ „ einer abgetorften, nahegelegenen, unkultivierten, seit 20 Jahren ruhenden Stelle	0,069 „

Zu sämtlichen Versuchen wurden gleichmässig Proben aus der Oberflächenschicht verwendet. Wenn wir die durch Einwirkung des Bodens auf den Phosphorit gelöste Menge Phosphorsäure als Massstab der Acidität des Bodens betrachten, so thun obige Zahlen dar, dass die der Versuchsfläche bereits im Jahre 1892 sehr erniedrigt war und der des altkultivierten Landes nahestand. Der Rest von Säure musste durch die alljährlichen Phosphoritzufuhren, in denen neben basisch wirkendem Calciumtriphosphat (s. w. u.) auch geringe Mengen kohlensaurer Kalk zugeführt wurden, immer mehr abgestumpft werden und dementsprechend die Phosphoritwirkung, namentlich bei der stärksten Düngung, zurückgehen. Die im allgemeinen etwas günstigere Wirkung des Phosphorits im Vergleich zu Thomasmehl auf den Flächen der Versuche No. 4 und 5 dürfte auf den grösseren Säuregehalt des Bodens

[1]) Siehe darüber die Abhandlung über die Löslichkeit von Rohphosphaten im Hochmoorboden weiter unten.

[2]) Siehe Fleischer, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station. Düngungsversuch mit verschiedenen Phosphaten auf Hochmoorboden S. 236.

zurückzuführen sein, namentlich da die nicht völlig genügende Entwässerung einer stärkeren Säurebildung im Boden Vorschub geleistet hat. Was die Wirkung der *Kalidüngung* anlangt, so ist bei Versuch No. 1 trotz einzelner Unregelmässigkeiten zu erkennen, dass durchgehends die Düngung 2 (104 *kg* Kali pro Hektar) sehr gut zur Wirkung gekommen ist. Die Düngung 3 (130 *kg* Kali pro Hektar) gelangt nur im Anfang des Versuches zur vollen Ausnutzung, in den folgenden Jahren hat sie entweder geringere Erträge hervorgebracht als Düngung 2, oder doch nur verhältnismässig geringe Mehrerträge, die allerdings dann bisweilen noch so gross sind, dass sich die stärkere Düngung mit Kali in dem betreffenden Jahre wenigstens bezahlt gemacht hat. Ähnlich verhält es sich, namentlich in den späteren Versuchsjahren, mit der Kalidüngung 4 (156 *kg* pro Hektar). Allerdings treten auch hier in den Reihen Unregelmässigkeiten hervor. Bei Versuch No. 2 steigt in den ersten Jahren der Ertrag mit steigenden Kalimengen, wenn auch nicht im Verhältnis zur stärkeren Düngung, so bedeutend, dass die Verwendung der grösseren Mengen noch sehr rentabel erscheint. Vom Jahre 1893/94 ab sinkt die Wirkung der stärkeren und namentlich der stärksten Düngung sehr beträchtlich, was wohl hauptsächlich auf die Anreicherung des Bodens mit Kali zurückzuführen ist.[1]) In den beiden letzten Versuchsjahren zusammen hat die Kalidüngung 3 und 4 keinen Vorzug vor der schwächeren Düngung 2[2]) mit 91 *kg* Kali pro Hektar. Bei Versuch No. 3 ist im Jahre 1892/93 noch eine gute Wirkung der Düngung 3 (117 *kg* Kali pro Hektar) zu beobachten. Bei Versuch No. 4 und 5 zeigt schon eine starke Kalidüngung allein eine sehr deutliche Wirkung, die bei Versuch No. 5 bis zum Schluss anhält. Bei Versuch No. 5 ist jedoch die Wirkung der verschiedenen Kalimengen sehr unregelmässig und die Ergebnisse verschiedener Reihen widersprechen z. T. einander. Es ist z. B. nicht einzusehen, warum bei Versuch No. 5 im Jahre 1894/95 die Kalidüngung allein eine Ertragssteigerung von 55 hervorbringt, die Thomasmehldüngung eine solche von 80, dagegen bei gleichzeitiger Thomasmehl- und Kalizufuhr fast keine Wirkung des Kalis hervortritt.

Die Reihe 13 desselben Versuches hätte ferner dieselben Erträge liefern sollen, als die gleichgedüngte Reihe 5, was in den Vorjahren annähernd der Fall ist. Bei Versuch No. 4 treten zwischen den beiden genannten Reihen während des ganzen Versuches ziemlich grosse Differenzen auf. Bei Versuch No. 1 ist in den späteren Jahren wenigstens die Übereinstimmung in den Erträgen der Reihen 5 und 13 befriedigend, wahrscheinlich weil vorher bestehende Ungleichheiten in den betreffenden Parzellengruppen im Laufe der Jahre durch die Düngung ausgeglichen worden sind. Die Versuchsflächen 4 und 5 waren offenbar nicht gleichmässig genug, um

[1]) Siehe die Abhandlung von Minssen und Schliebs w. u.

[2]) Die Versuchswiese war in dem einen Teil niedriger gelegen und in jüngerem Kulturzustand, eine Verschiedenheit in der Fläche, die vielleicht durch die Parzellenverteilung nicht völlig ausgeglichen worden ist. Vergl. auch A. Voigt, Landw. Jahrb. 1894, S. 768.

zur sicheren Entscheidung der in Rede stehenden Fragen beizutragen, ein Grund, der mit dazu führte, die Versuche auf denselben bereits 1895 abzubrechen. Immerhin liefern die Ergebnisse einen lehrreichen Beitrag für die Erkenntnis, in wie hohem Grade eine gute Wirkung der Düngung auch davon abhängig ist, dass alle Vegetationsbedingungen günstig sind, vor allem, dass es nicht an der genügenden Entwässerung gebricht.

Die Wirkung der Düngung auf Niederungsmoorboden.

Bei den Versuchen No. 6 und 7 wurde nur die Wirkung verschieden starker Phosphorsäuredüngungen in Form von Thomasmehl und Phosphorit untersucht. Die Kalidüngung allein bringt auf dem Versuchsfeld von Müller in den beiden Versuchsjahren eine bemerkbare Erhöhung des Ertrages hervor, ebenso auf der Fläche Versuch No. 7 bis zum Jahre 1893/94, um von da ab in das Gegenteil, eine Ertragsverminderung, umzuschlagen. Der Versuch No. 6 musste leider vorzeitig abgebrochen werden, weil die Wiese stark durch Öldistel (Cirsium oleraceum) verunkrautete. Durch gleichzeitige Düngung mit Kali und Phosphorsäure wurde eine sehr bemerkbare Erhöhung des Ertrages erzielt, im günstigsten Fall nahezu das $2^1/_2$fache des Ertrages der nichtgedüngten Parzellen. Was die Wirkung der Thomasschlacke betrifft, so ist die der mittleren Dosis (75 *kg* Phosphorsäure pro Hektar) durchgehends nur wenig besser, wenn nicht geringer als die der schwächsten Gabe von 50 *kg* Phosphorsäure pro Hektar. Ebenso verhält es sich mit der stärksten Thomasmehldüngung. Das Maximum des Ertrages wird mit 50 *kg* Phosphorsäure in beiden Versuchen nahezu oder völlig erreicht.

Die Wirkung des Phosphorits ist bei Versuch No. 6 ziemlich gering, grösser und im Verhältnis zur Thomasschlacke unerwartet gross bei Versuch No. 7, namentlich auch mit Rücksicht auf die Beobachtungen über die Wirksamkeit desselben Phosphorits bei Versuch No. 1 auf Hochmoorboden. Es muss zunächst unentschieden bleiben, worauf die relativ günstige Wirkung des Phosphorits bei Versuch No. 7 zurückzuführen ist. Hinter dem Thomasmehl bleibt er auch jetzt noch so weit in seiner Wirkung zurück, dass seine Verwendung auch in diesem Fall nur dann rentabel erscheint, wenn der Preis der Phosphorsäure des Phosphorites sehr viel geringer ist, als es thatsächlich der Fall ist.

B. Die Wirkung der Düngung auf die Qualität der Erträge.

Es ist lange schon bekannt, dass die zweckmässige Düngung die Erträge der Wiesen nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ in starkem Masse beeinflusst. Die vornehmlich bestandesbildenden Gewächse der Wiesen sind Gräser und Leguminosen verschiedener Art, zu denen mehr als accessorische Beimischungen bestimmte Wiesenkräuter hinzutreten. Durch die Düngung wird nun das Verhältnis, in dem sich die Anteile der verschiedenen Wiesengewächse an der Zusammensetzung des gewonnenen Heus beteiligen, gegenüber den nichtgedüngten Parzellen stark verändert. Es sind hier allerdings

zwei Fragen zu unterscheiden, die häufig nicht scharf genug getrennt werden, die, ob durch die Düngung eine *Änderung in der Zusammensetzung des Wiesenbestandes in der Art bewirkt wird, dass die Zahl der vorhandenen Arten* oder das *Verhältnis der Individuen der vorhandenen verschiedenen Arten* zu einander verändert wird, und die Frage, *inwieweit die Düngung die prozentische Zusammensetzung der Erntemasse aus den einzelnen von den verschiedenen Pflanzen gelieferten Komponenten beeinflusst.* Es ist denkbar, dass die Düngung nach der einen wie anderen Seite oder nach beiden Seiten zugleich wirkt. Bei den sehr verwickelten Beziehungen, die in der Konkurrenz einer zusammengesetzten Pflanzengesellschaft, wie sie unsere Wiesenbestände darstellen, auftreten können, ist es schwer, in allen Fällen eine klare Einsicht in diese Verhältnisse zu gewinnen. Untersuchungen der Änderung der Wiesenbestände nach der einen oder anderen Richtung sind des öfteren angestellt [1]) worden, zahlenmässige exakte Ermittlungen liegen allerdings nur in geringer Zahl vor. Es fehlte vor allem auch an einer brauchbaren und genügend zuverlässigen Methode, die Veränderungen in der qualitativen Zusammensetzung des Heus unter dem Einfluss der Düngung festzustellen. Auf Veranlassung von Fleischer ist eine solche von dem früheren Botaniker der Moor-Versuchs-Station A. Voigt ausgearbeitet worden. Die eingehende Veröffentlichung über dieselbe ist bereits im Jahre 1894 erfolgt und es muss betreffs der Beschreibung und Begründung derselben hierauf verwiesen werden. [2]) *Es handelte sich bei diesen Untersuchungen darum, um dieses noch einmal hervorzuheben, den Einfluss der Düngung auf die Zusammensetzung des gewonnenen Grasschnittes zu ermitteln in der Art, dass gewichtsmässig der Anteil der verschiedenen Gräser, Kleearten u. s. w. an der Gesamtmenge der Ernte ermittelt wurde,* eine Frage, die für die Beurteilung der Erfolge der Wiesendüngung nicht nur von grossem theoretischem, sondern auch praktischem Interesse ist. Die botanische Wiesenanalyse dieser Art unterrichtet uns also nur über die Beschaffenheit des Teiles der Wiesenvegetation, der bei der Ernte der Sense verfällt, nicht oder wenigstens nicht direkt über diejenige des gesamten oberirdischen Wiesenbestandes, da ein Teil der unteren Blätter der Gräser, niedrige Kräuter, Moose u. dergl. nicht von der Sense gefasst werden; andererseits ist die Gegenwart dieser Bestandteile der Narbe für die Beurteilung des Wiesenbestandes und die Erfolge der Düngung nicht ohne Wichtigkeit. Mittelbar wird, da, wenigstens bis zu einem bestimmten Grade, die Entwicklung der Gräser, Kleearten, also die Zusammensetzung der Ernte, durch diese Bestandesteile beeinflusst wird, eine durch die Düngung hervorgerufene Veränderung der gesamten Wiesenvegetation auch in der Zusammensetzung des geernteten Anteils zum Ausdruck gelangen. Jedenfalls ist diese Art der quantitativen Wiesenanalyse oder, wie es richtiger heissen sollte, Heu-

1) Siehe Maercker, Die Kalidüngung, 1892, S. 96.

2) Dr. A. Voigt, Methode und Anwendung der quantitativen botanischen Wiesenanalyse, Landw. Jahrb. 1894, S. 707.

analyse, allein imstande, uns befriedigend genauen zahlenmässigen Aufschluss über die botanische Zusammensetzung der Wiesenernten und so auch die Hauptgrundlage für die Beurteilung des Heus und für die qualitative Beeinflussung der Zusammensetzung desselben durch Düngung u. s. w. zu liefern. Desgleichen ist es nur mit ihrer Hilfe möglich, Aufklärung über eine Reihe anderer, weiter unten noch näher zu besprechender Fragen zu gewinnen, die für die Wiesenkultur von Wichtigkeit sind. Bei einem Teil der vorstehend beschriebenen Düngungsversuche auf Wiesen sind die angedeuteten Untersuchungen von A. VOIGT ausgeführt und soweit sie zur Beurteilung der Methode dienen sollen, am angegebenen Ort mitgeteilt worden.[1]) In den folgenden Tabellen sind die Ergebnisse der sämtlichen von A. VOIGT ausgeführten Untersuchungen der botanischen Zusammensetzung der Grasernten zusammengestellt. Die Zusammensetzung des Heus ist in Prozenten der lufttrocknen Masse angegeben, die Einzelzahlen sind fast überall die Mittel aus mehreren Einzelbestimmungen, die sich auf verschiedene Kontrollparzellen oder auf verschiedene Kontrollproben derselben Parzelle erstrecken. Der prozentische Anteil ist für die einzelnen Gruppen der wichtigeren Wiesenpflanzen zusammen angegeben, nicht für die einzelne Species, da dadurch die Tabellen zu umfangreich geworden wären und für die Entscheidung der vorliegenden Fragen die Kenntnis des Gehaltes des Heus an den einzelnen Pflanzengruppen genügt. Hierbei ist für die einzelnen Gräser vom Analytiker folgender Wert zu Grunde gelegt.[2])

Gräser 1. Güte: Festuca elatior, Lolium perenne, Dactylis glomerata, Arrhenaterum elatius, Avena flavescens, Phleum pratense, Poa pratensis, Poa trivialis, Agrostis alba, Glyceria fluitans, Glyceria aquatica, Cynosurus cristatus.

Gräser 2. Güte: Festuca rubra, Anthoxanthum odoratum, Agrostis vulgaris, Briza media, Alopecurus geniculatus.

Gräser 3. Güte: Holcus lanatus, Holcus mollis, Bromus mollis, Agrostis canina, Festuca ovina.

Gräser 4. Güte: Molinia coerulea, Aira caespitosa, Aira flexuosa, Sieglingia decumbens, Nardus stricta, Phragmites communis.[3])

[1]) M. FLEISCHER hat die dort mitgeteilten Ergebnisse z. T. für die Erörterung einiger auf die Wiesenkultur bezüglicher wichtiger Fragen bereits verwendet; s. Mitteilg. des Vereins z. F. d. Moorkultur 1896, Bd. 14, S. 441, 453; 1897, Bd. 15, S. 129.

[2]) VOIGT a. a. O., S. 729.

[3]) Um für die Beurteilung des Futterwertes der verschiedenen auf Moorboden erzeugten Gräser bessere Grundlagen zu gewinnen, sind eingehende Untersuchungen mit den einzelnen Grasarten, die bei der botanischen Analyse des Heus ausgesucht wurden, begonnen, jedoch noch nicht zum Abschluss gebracht worden.

Versuch No. 1. Joh. Heinr. Behling, Stellenfelde. Hochmoorwiese.

Bezeichnung der Pflanzengruppen	Ungedüngt	Nur Kainit (4)	Nur Thomasmehl (3)	Kainit (4) und Phosphorit (3)	Kainit (4) und Thomasmehl (3)
Erster Schnitt 1891.					
Klee- und Wickenarten	3,94	4,51	9,17	16,54	29,66
Gräser 1. Güte	0,60	0,46	1,60	3,41	6,34
„ 2. „	47,11	55,99	40,16	32,98	27,96
„ 3. „	9,61	18,02	8,88	24,73	9,75
Kräuter (ohne Papilionaceen) . . .	6,29	6,06	15,84	8,46	14,11
Gräser 4. Güte und Sauergräser . .	30,36	12,82	19,00	12,33	10,07
Moos	0,14	0,26	0,49	0,05	—
Abfall und Beimischungen	1,95	1,88	4,86	1,50	2,11
Zweiter Schnitt 1891.					
Klee- und Wickenarten	6,09	7,45	8,16	13,81	17,59
Gräser 1. Güte	—	0,30	0,47	1,29	8,43
„ 2. „	41,34	54,43	32,03	44,39	25,76
„ 3. „	6,64	12,00	9,81	17,87	10,41
Kräuter (ohne Klee u. s. w.) . . .	3,94	4,45	12,30	4,79	18,08
Gräser 4. Güte und Sauergräser . .	40,70	15,88	32,83	16,20	16,48
Moos	0,43	3,70	2,06	0,18	0,12
Abfall und zufällige Beimischungen	0,86	1,79	2,30	1,47	3,13
Erster Schnitt 1892.					
Klee- und Wickenarten	5,28	5,25	5,91	20,30	35,63
Gräser 1. Güte	0,11	0,78	1,95	0,98	9,97
„ 2. „	51,87	50,47	32,98	31,58	20,01
„ 3. „	5,84	9,70	8,00	13,99	7,56
Kräuter (ohne Klee u. s. w.) . . .	3,27	4,72	14,48	3,11	7,29
Gräser 4. Güte und Sauergräser . .	30,06	26,84	32,24	27,62	14,27
Moos	0,41	0,35	0,37	—	—
Abfall und zufällige Bestandteile .	3,16	1,89	4,07	2,42	5,27
Erster Schnitt 1893.					
Klee- und Wickenarten	5,32	6,78	7,53	11,05	23,02
Gräser 1. Güte	—	0,59	1,56	1,31	13,33
„ 2. „	56,31	63,67	36,46	44,81	29,52
„ 3. „	3,37	11,12	9,74	21,17	16,19
Kräuter (ohne Klee u. s. w.) . . .	2,82	2,62	15,54	2,16	7,46
Gräser 4. Güte und Sauergräser . .	30,22	14,15	26,18	16,87	7,78
Moos	—	—	—	—	—
Abfall und zufällige Beimischungen	1,96	1,07	2,99	2,18	2,70

Versuch No. 2. FR. ERASMY, Hintzendorf. Hochmoorwiese.

Bezeichnung der Pflanzengruppen	Düngung: Thomasmehl und		
	0 Kali	Kali (2)	Kali (4)
Erster Schnitt 1891.			
Klee- und Wickenarten	2,92	9,49	27,08
Gräser 1. Güte	0,41	12,10	6,58
„ 2. „	53,12	42,01	24,67
„ 3. „	6,58	8,78	7,72
Kräuter (ohne Klee u. s. w.)	14,55	19,83	24,77
Gräser 4. Güte und Säuergräser . . .	18,32	2,22	3,86
Moos	0,22	—	—
Abfall und zufällige Bestandteile . .	3,88	5,57	5,32
Zweiter Schnitt 1891.			
Klee- und Wickenarten	10,30	19,60	34,30
Gräser 1. Güte	—	7,30	1,70
„ 2. „	54,70	53,30	29,10
„ 3. „	6,00	6,60	6,50
Kräuter (ohne Klee u. s. w.)	6,40	6,90	20,00
Gräser 4. Güte und Sauergräser . . .	19,90	3,60	4,30
Moos	1,50	0,40	0,50
Abfall und zufällige Beimischungen .	1,20	2,30	3,60
Erster Schnitt 1892.			
Klee- und Wickenarten	3,69	20,52	19,75
Gräser 1. Güte	0,02	5,88	12,61
„ 2. „	59,02	53,41	38,45
„ 3. „	3,51	6,15	6,38
Kräuter (ohne Klee u. s. w.)	8,14	8,15	13,74
Gräser 4. Güte und Sauergräser . . .	22,18	3,28	4,34
Moos	0,10	0,00	—
Abfall und Beimischungen	3,34	2,61	4,73
Zweiter Schnitt 1892.			
Klee- und Wickenarten	7,25	33,62	30,56
Gräser 1. Güte	—	4,23	3,77
„ 2. „	50,81	41,83	25,67
„ 3. „	6,96	6,21	9,21
Kräuter (ohne Klee u. s. w.)	4,71	7,45	19,77
Gräser 4. Güte und Sauergräser . . .	28,45	3,66	8,14
Moos	1,11	0,39	0,19
Abfall und Beimischungen	0,71	2,61	2,69

Versuch No. 4. JOH. SCHNAKENBERG, Wörpedorf. Hochmoorwiese.

Bezeichnung der Pflanzengruppen	Ungedüngt	Nur Kainit (4)	Ausser Kainit (4) Thomasmehl (1)	Ausser Kainit (4) Thomasmehl (2)	Ausser Kainit (4) Thomasmehl (3)
Erster Schnitt 1891.					
Klee- und Wickenarten	2,45	4,41	8,34	7,81	8,26
Gräser 1. Güte	5,64	3,26	3,44	3,62	1,48
„ 2. „	23,39	27,49	27,82	31,21	29,73
„ 3. „	10,10	11,31	9,71	12,69	14,30
Kräuter (ausgeschlossen Klee u. s. w.)	23,91	26,96	26,84	22,61	22,23
Gräser 4. Güte und Sauergräser . . / Moos / Abfall und zufällige Beimischungen	34,51	26,57	23,85	22,06	24,00

Versuch No. 6. H. MÜLLER, Ottersberg. Niederungsmoorwiese.

Bezeichnung der Pflanzengruppen	Ungedüngt	Nur Kainit	Ausser Kainit Thomasmehl (1)	Ausser Kainit Thomasmehl (2)	Ausser Kainit Thomasmehl (3)	Ausser Kainit Phosphorit (1)	Ausser Kainit Phosphorit (2)	Ausser Kainit Phosphorit (3)
Erster Schnitt 1892.								
Klee- und Wickenarten . . .	5,31	21,33	31,03	39,56	27,08	22,24	27,29	24,81
Gräser 1. Güte	18,29	21,80	23,41	18,47	19,60	21,44	16,58	20,22
„ 2. „	18,63	13,24	11,77	7,05	12,97	11,98	14,05	10,77
„ 3. „	16,33	10,07	9,38	11,05	9,06	8,85	7,74	9,32
Kräuter (ausgeschl. Klee u. s. w.)	18,64	14,22	14,63	12,60	13,64	18,73	23,93	18,00
Gräser 4. Güte und Sauergräser	19,59	16,59	6,52	8,75	13,33	13,24	6,43	11,57
Moos / Abfall und zufällige Beimischungen	3,20	2,75	3,26	2,52	2,32	3,52	3,98	5,31
Zweiter Schnitt 1892.								
Klee- und Wickenarten . . .	5,82	16,30	15,19	14,19	16,56	25,22	21,04	16,74
Gräser 1. Güte	23,36	26,48	25,10	27,84	24,99	23,54	22,61	27,19
„ 2. „	22,49	19,40	17,41	15,87	14,98	15,30	18,82	19,49
„ 3. „	16,74	12,06	9,77	12,81	11,10	10,65	16,23	9,96
Kräuter (ausschl. Klee u. s. w.)	17,58	13,74	24,49	25,15	22,25	19,59	12,27	18,27
Gräser 4. Güte und Sauergräser / Moos / Abfall und Beimischungen . .	14,01	12,02	8,04	4,14	10,12	5,70	9,03	8,35

Versuch No. 7. SACKMANN, Ottersberg. Niederungsmoorwiese.

Bezeichnung der Pflanzengruppen	Ungedüngt	Nur Kainit	Ausser Kainit Thomasmehl (1)	Ausser Kainit Thomasmehl (2)	Ausser Kainit Thomasmehl (3)	Ausser Kainit Phosphorit (1)	Ausser Kainit Phosphorit (2)	Ausser Kainit Phosphorit (3)
Erster Schnitt 1891.								
Klee- und Wickenarten . . .	3,08	11,50	34,90	—	19,06	8,97	—	14,06
Gräser 1. Güte	9,97	16,31	15,95	—	21,75	22,11	—	20,11
„ 2. „	27,70	29,08	21,11	—	26,68	16,98	—	23,42
„ 3. „	8,00	7,45	3,66	—	4,03	8,43	—	4,98
Kräuter (ausser Klee und dergl.)	31,00	15,58	10,51	—	15,20	25,75	—	16,53
Gräser 4. Güte und Sauergräser	15,66	17,01	11,56	—	10,29	14,02	—	17,89
Moos	0,48	0,02	—	—	—	—	—	—
Abfall	4,11	3,05	2,31	—	2,29	3,74	—	3,01
Zweiter Schnitt 1891.								
Klee- und Wickenarten . . .	3,46	11,54	19,32	—	21,79	12,62	—	19,28
Gräser 1. Güte	3,23	10,15	13,61	—	17,24	21,14	—	13,81
„ 2. „	41,22	50,73	41,23	—	36,48	34,74	—	38,36
„ 3. „	8,20	7,93	7,07	—	8,91	10,74	—	8,54
Kräuter (ausser Klee und dergl.)	21,75	9,10	7,35	—	8,08	7,88	—	7,54
Gräser 4. Güte und Sauergräser	17,52	9,73	10,47	—	6,22	12,55	—	11,50
Moos	2,34	0,12	0,00	—	0,06	0,04	—	0,04
Abfall	2,28	0,70	0,95	—	1,22	0,29	—	0,93
Erster Schnitt 1892.								
Klee- und Wickenarten . . .	2,34	8,24	21,91	21,37	20,86	10,62	16,55	13,80
Gräser 1. Güte	12,89	19,13	31,75	33,24	31,10	29,81	31,55	26,89
„ 2. „	29,52	23,06	13,52	14,10	15,23	18,69	15,75	15,76
„ 3. „	11,78	14,58	9,79	8,83	10,78	10,69	10,25	12,19
Kräuter (ausser Klee und dergl.)	22,96	11,94	11,48	10,39	12,95	14,03	13,15	14,27
Gräser 4. Güte und Sauergräser	16,61	18,36	6,91	5,32	3,54	11,34	8,46	12,08
Moos	0,07	0,02	—	—	—	—	—	—
Abfall	3,83	4,67	4,64	6,75	5,54	4,82	4,29	5,01
Zweiter Schnitt 1892.								
Klee- und Wickenarten . . .	2,77	8,28	17,22	16,86	12,31	11,65	17,53	14,25
Gräser 1. Güte	21,67	26,00	32,42	32,95	44,71	27,95	33,99	36,06
„ 2. „	36,98	29,07	21,16	19,53	18,21	23,72	21,24	21,58
„ 3. „	17,55	18,90	20,25	20,19	20,20	22,21	17,77	18,98
Kräuter (ausser Klee und dergl.)	11,99	6,60	3,89	4,71	2,56	7,19	3,12	4,41
Gräser 4. Güte und Sauergräser	8,99	11,15	5,06	5,76	2,01	7,28	6,35	4,72
Moos	0,05	—	—	—	—	—	—	—
Abfall	—	—	—	—	—	—	—	—

Bezeichnung der Pflanzengruppen	Ungedüngt	Nur Kainit	Ausser Kainit Thomasmehl (1)	Ausser Kainit Thomasmehl (2)	Ausser Kainit Thomasmehl (3)	Ausser Kainit Phosphorit (1)	Ausser Kainit Phosphorit (2)	Ausser Kainit Phosphorit (3)
Erster Schnitt 1893.								
Klee- und Wickenarten . . .	0,66	5,09	9,09	6,90	5,68	4,01	4,48	6,01
Gräser 1. Güte	16,89	26,77	33,84	36,06	40,46	32,23	36,05	28,17
„ 2. „	31,25	27,60	13,42	14,05	9,64	18,43	13,88	17,59
„ 3. „	12,92	18,28	18,98	27,77	22,43	26,29	24,74	26,83
Kräuter (ausser Klee und dergl.)	25,22	12,26	18,42	10,63	17,67	12,41	14,80	14,01
Gräser 4. Güte und Sauergräser	6,70	6,09	2,08	2,17	0,92	3,32	2,30	3,22
Moos	—	—	—	—	—	—	—	—
Abfall	6,36	3,91	4,17	2,42	3,20	3,31	3,75	4,17

Nach den vorstehenden Ergebnissen hat die Düngung die Zusammensetzung des Heues stark verändert. Die ausschliessliche Kalizufuhr hat auf der Hochmoorwiese bei Versuch No. 1 im Jahre 1891 den Kleewuchs nur wenig beeinflusst und nur in wenig stärkerem Masse in den folgenden Jahren. Auffallend gestiegen ist im Jahre 1891 allein durch Kalidüngung der Gehalt des Heues an Gräsern 2. und 3. Güte in beiden Schnitten; diese Steigerung wird sehr viel geringer im Jahre 1892, um im Jahre 1893 wieder ziemlich beträchtlich zuzunehmen. Auf der Hochmoorwiese Versuch No. 4 ist durch Kali allein eine geringe Vermehrung der Papilionaceen und eine fast gleich grosse Verminderung der Gräser 1. Güte festzustellen, die Massen der Gräser 2. und 3. Güte haben sich ebenfalls vermehrt. In beiden Versuchen ist eine bedeutende Abnahme des Gehaltes an minderwertigen Gräsern (4. Güte) und Sauergräsern zu bemerken. *Auf beiden Versuchsflächen ist mithin, ohne dass eine bemerkenswerte Wirkung der Kainitdüngung allein auf den Gesamtertrag aufgetreten ist, eine Verbesserung der Qualität des Heues zu beobachten.*

Bei den Versuchen auf Niederungsmoor No. 6 und 7 hat die ausschliessliche Kainitdüngung im allgemeinen, von einzelnen Unregelmässigkeiten abgesehen, den Gehalt des Heues an Leguminosen und an Gräsern 1. Güte ziemlich stark vermehrt, meistens auf Kosten der minderwertigen Gräser und Wiesenkräuter. Die letztgenannten sind namentlich bei Versuch No. 7 allein durch Kalidüngung stark zurückgegangen. Der Gehalt an Gräsern 4. Güte und Sauergräsern zeigt sich durch die Kainitdüngung allein nur wenig oder gar nicht beeinflusst, er ist im Gegenteil in einzelnen Fällen etwas gestiegen. Die Düngung mit *Phosphorsäure* allein bringt bei Versuch No. 1 im Jahre 1891 eine deutliche Vermehrung der Klee- und Wickenarten hervor, im Jahre 1892 ist dieselbe im ersten Schnitt nur gering und wieder etwas grösser im Jahre 1893. Bei den übrigen Versuchen, bei denen nur mit Phosphorsäure gedüngte Parzellengruppen vorhanden waren, sind leider Untersuchungen von Proben derselben nicht ausgeführt worden. Je nach

den besonderen Verhältnissen, deren Beurteilung allerdings gewöhnlich recht schwierig ist, bei denen aber sicher der natürliche Vorrat des Bodens an den einzelnen Pflanzennährstoffen eine Rolle spielt, äussert sich die Wirkung einer einseitigen Düngung mit Kali oder mit Phosphorsäure in dieser oder jener Weise.[1]) Auf denselben Parzellen derselben Versuchsfläche kann sogar durch eine einseitige Düngung in einem Jahre eine Veränderung in dem Gehalte der Ernte an einer Pflanzengruppe verursacht werden, die im nächsten Jahre ausbleibt, wie z. B. bei der ausschliesslichen Düngung mit Thomasmehl bei Versuch No. 1 im Jahre 1891 und 1892, die 1891 eine deutliche Vermehrung der Leguminosen, im Jahre 1892 jedoch nur eine sehr winzige Zunahme derselben verursacht. So darf man annehmen, dass auf einer relativ phosphorsäurereichen und kaliarmen Fläche eine Kalidüngung nicht nur auf den quantitativen, sondern auch auf den qualitativen Ertrag anders wirkt, als auf einer kali- und phosphorsäurearmen oder auf einer relativ kalireichen und phosphorsäurearmen Fläche. Ebenso wird eine einseitige Düngung mit Kali oder mit Phosphorsäure einen Wiesenbestand, der aus besseren Wiesenpflanzen besteht, anders beeinflussen, als einen aus Sauergräsern und minderwertigen Gewächsen gebildeten. *Die vorstehenden Ergebnisse und die Erwägung, dass die Veränderungen der Zusammensetzung des Grasschnittes durch einseitige Düngung das Produkt einer Reihe verschiedener z. T. bekannter, z. T. nicht bekannter Faktoren sein muss, verbieten es jedenfalls, dem Kali oder der Phosphorsäure an sich eine specifische Wirkung auf das Wachstum bestimmter Pflanzengruppen unserer Wiesen zuzuschreiben.* M. FLEISCHER ist auf Grund der Besprechung eines Teiles der vorstehenden Versuche zu einem ähnlichen Schluss betreffs der Wirkung einseitiger Düngungen auf den Wuchs der Leguminosen gelangt.[2])

Sehr deutlich ist bei den vorstehenden Versuchen die Wirkung einer vereinigten Kali- und Phosphorsäuredüngung auf die Zusammensetzung des geernteten Grases. Vorwiegend wird dadurch der Gehalt an Leguminosen beeinflusst, wenn auch durch die Stärke und Form der Düngung in verschieden hohem Grade. Bei dem Versuch No. 1 auf Hochmoorboden bewirkt Phosphorit wie Thomasmehl bei gleichzeitiger Anwendung von Kainit eine starke Vermehrung der Klee- und Wickenmenge im Heu; die Vermehrung derselben ist bei Thomasmehldüngung durchgehends viel stärker, als bei Phosphorit. Auch erscheint der Gehalt des Heues an besten Gräsern bei Thomasmehl- und Kainitdüngung stärker vermehrt, als bei Phosphorit- und Kainitdüngung. Dementsprechend nimmt der Gehalt an minderwertigen Gewächsen bei Thomasmehl- und Kainitdüngung stärker ab, als bei Phosphorit- und Kainitdüngung. Die prozentischen Zahlen für die einzelnen

[1]) Da zu den Untersuchungen meistens dieselben Parzellengruppen in den verschiedenen Jahren benutzt worden sind, so fallen Bedenken gegen die Zuverlässigkeit der Zahlen für die prozentische Zusammensetzung des Heues fort, die bei Probenahme von *einzelnen* gleichgedüngten Parzellen in verschiedenen Jahren aus der Ungleichartigkeit des ursprünglichen Bestandes erwachsen könnten. (Vergl. A. VOIGT a. a. O., S. 768.)

[2]) M. FLEISCHER, Mitteilungen des Ver. z. F. v. M. 1896, 14, S. 446.

Pflanzengruppen zeigen sowohl in den einzelnen Jahren, als auch in den einzelnen Schnitten desselben Jahres ziemlich starke Schwankungen, was von vornherein erwartet werden durfte. Die Unterschiede zwischen den beiden Schnitten werden durch eine Reihe von Umständen verursacht, unter denen die verschiedene zeitliche Entwicklung der einzelnen Gewächse und die verschiedene Fähigkeit, nach dem 1. Schnitt nachzuwachsen, eine besondere Bedeutung haben werden. Bei der Hochmoorwiese des Versuches No. 2 ist die günstige Wirkung steigender Mengen von Kali neben einer starken Phosphorsäuredüngung auf die Menge von Leguminosen im Heu sehr deutlich, ebenso, wenn auch in schwächerem Grade, auf die Masse der besseren Gräser. Verhältnismässig gering ist der Einfluss der vollkommenen Düngung nach der Richtung bei Versuch No. 4. Auf den Niederungsmoorwiesen der Versuche No. 6 und 7 äussert sich die Wirkung der gleichzeitigen Düngung mit Kali und Phosphorsäure durch eine starke Vermehrung des Gehaltes des Heues an Leguminosen, und zwar bei Phosphorit im allgemeinen weniger stark, als bei Thomasmehl. Die stärkeren Gaben des letztgenannten scheinen allerdings in einzelnen Fällen die Menge der Leguminosen im Heu herabgedrückt zu haben, was bei den stärksten Phosphoritgaben gegenüber den schwächeren nicht oder in geringerem Grade eintritt. Zwischen dem ersten und zweiten Schnitt treten in dieser Hinsicht jedoch auch ziemlich grosse Verschiedenheiten auf, wie z. B. die starke Abnahme an Leguminosen mit steigender Thomasmehlzufuhr im 1. Schnitt des Jahres 1891, die deutliche, wenn auch nur geringe Steigerung im 2. Schnitt desselben Jahres. Die grosse Mannigfaltigkeit von Ursachen, die die Entwicklung der verschiedenen Pflanzengruppen und ihr Verhältnis zu einander beeinflussen, und unter denen, wie schon oben angegeben, der mehr oder weniger zweckmässigen Düngung eine wichtige, aber bei weitem nicht die ausschlaggebende Rolle zuzuerkennen ist, erschweren die Beurteilung der Wirkung derselben ausserordentlich. Auf eine Erscheinung sei jedoch noch hingewiesen, die bei der Hochmoorfläche des Versuches No. 1 und der niederungsmoorartigen Fläche des Versuches No. 7 hervortritt, bei denen botanische Analysen des 1. Schnittes für 3 aufeinander folgende Jahre vorliegen. Auf der Hochmoorfläche des Versuches No. 1 ist die Steigerung des Gehaltes an Leguminosen im Grasschnitt, wenn auch in den 3 Jahren gewissen Schwankungen ausgesetzt, verhältnismässig gross, während der Gehalt an Gräsern während der 3 Jahre nur um ca. 7 % bei starker Kainit- und Thomasmehldüngung steigt. Auf der niederungsmoorartigen Fläche des Versuches No. 7 nimmt der Gehalt an Leguminosen von 1891 bis 1893 im 1. Schnitt bei gleich vollkommener Düngung stark ab, der an besseren Gräsern zu, so dass der Anteil der Gräser 1. Güte im Heu im Jahre 1893 fast auf das Doppelte gegenüber 1891 gestiegen ist. Bei Phosphorit sind die Unterschiede geringer. Die Verschiedenheit zwischen den beiden Bodenarten in dieser Richtung ist wahrscheinlich darauf zurückzuführen, dass auf dem niederungsmoorartigen Boden die stickstoffbedürftigen Gräser bei Düngung mit Kali und Phosphorsäure viel bessere Wachstums-

bedingungen fanden, als auf dem Hochmoorboden, so dass sie, wenn auch nicht sofort, so doch nach einiger Zeit mit dem Klee in erfolgreichen Wettkampf treten konnten, während das auf dem weniger aufnehmbare Stickstoffnahrung liefernden Hochmoorboden in viel geringerem Masse möglich war. Mit Rücksicht auf die Stetigkeit des Rückgangs der Klee- und Wickenarten bei Versuch No. 7 erscheint es uns nicht nötig, für die starke Abnahme im Jahre 1893 die Dürre des Jahres verantwortlich zu machen, da sich diese dann auch in einem entsprechenden Rückgang des Gesamtertrages hätte bemerkbar machen müssen, was nach der Tabelle S. 214 nicht der Fall ist. Ob wir nun annehmen, dass das starke Zunehmen der besseren Gräser auf der Fläche des Versuches No. 7 darauf zurückzuführen ist, dass der Klee in der Konkurrenz mit den Gräsern unterlag oder dass die Gräser die Lücken sofort füllten, die der aus einem anderen Grunde in seinem Bestande verringerte Klee gebildet hatte, in jedem Falle haben die Gräser auf dem stickstoffreichen Boden die Fähigkeit besessen, den Ausfall an Klee in der Ernte zu decken, während auf dem stickstoffärmeren Hochmoorboden beim Zurückgehen eines vorher starken Kleebestandes grosse Lücken entstehen, die nicht schnell von den Gräsern ausgefüllt werden können, und starke Rückschläge in den Erträgen auftreten, oder andernfalls der Klee bei ausschliesslicher Kali- und Phosphorsäuredüngung als stickstoffsammelnde Pflanze im Konkurrenzkampf mit den stickstoffzehrenden Gräsern im Vorteil ist. Abgesehen von den praktischen Folgerungen, die hieraus gezogen werden können, *liefern diese Beobachtungen einen interessanten Beleg für die oben gemachten Ausführungen, dass die Düngung auf verschiedenen Bodenarten in sehr verschiedener Weise auf die Zusammensetzung des Heues wirken kann.*

Der Vergleich der Tabellen S. 212—214, in denen die Erträge zusammengestellt sind, mit den vorstehenden Tabellen über die prozentische Zusammensetzung des auf den verschiedenen Flächen geernteten Heues zeigt schliesslich, dass dort, wo im allgemeinen eine stärkere Wirkung der Düngung auf derselben Bodenform beobachtet worden ist (Versuch No. 1 und 2 im Vergleich zu No. 4), oder wo auf derselben Fläche mit verschiedenen Düngemitteln sehr verschiedene Wirkungen erzielt wurden (Vergleich von Thomasmehl und Phosphorit bei Versuch No. 1 und 7), in der Regel mit der Quantität auch die Qualität des geernteten Heues, d. h. der Gehalt desselben an besten Futterpflanzen zunimmt. *Man darf daher erwarten, durch zweckmässige Düngung ein nach seiner botanischen Zusammensetzung um so gehaltvolleres Futter zu ernten, je stärker die Düngung wirkt.*

C. Die Wirkung der Düngung auf die chemische Zusammensetzung der Erträge.

1. *Der Gehalt des Grases an wichtigen Nährstoffen bei verschiedener Düngung.*

Durchschnittsproben der Wiesenerträge von Versuch No 1, J. H. Behling, Versuch No. 2, Fr. Erasmy, und Versuch No. 7, Sackmann, sind

im Jahre 1891 und 1892 auf ihren Futterwert untersucht worden. Bei der Untersuchung wurden die üblichen Methoden befolgt. Das Ergebnis der Untersuchung ist in den nachstehenden Zusammenstellungen enthalten. Die Zahlen geben den prozentischen Gehalt der Trockensubstanz an den einzelnen Stoffen an. Die eingeklammerten Zahlen hinter den prozentischen Zahlen für Eiweiss und Amidstickstoff bezeichnen den Anteil des in der genannten Form vorhandenen Stickstoffs am Gesamtstickstoff.

Versuch No. 1. J. H. Behling, Stellenfelde. Hochmoorwiese.

In 100 Teilen Trockensubstanz	Ungedüngt	Düngung: ohne Phosphorsäure, nur Kali	Düngung: ohne Kali, nur Phosphorsäure	Düngung: Kainit (4) und Thomasmehl (3)	Düngung: Kainit (4) und Phosphorit (3)
Erster Schnitt 1891.					
Gesamt-Stickstoff	1,99	1,77	1,94	2,59	2,12
Eiweiss- „	1,67 (83,9)	1,40 (79,1)	1,56 (80,4)	2,13 (82,2)	1,64 (77,4)
Amid- „	0,32 (16,1)	0,37 (20,8)	0,38 (19,6)	0,46 (17,8)	0,48 (22,6)
Rohprotein	12,44	11,06	12,13	16,19	13,25
Fett	1,91	1,74	2,23	1,74	2,02
Rohfaser	27,40	29,93	27,36	27,50	29,62
Stickstofffr. Extraktstoffe	52,34	50,34	51,35	44,21	47,42
Asche	5,91	6,93	6,93	10,36	7,69
Zweiter Schnitt 1891.					
Gesamt-Stickstoff	2,17	1,87	2,09	2,56	2,13
Eiweiss- „	1,73 (79,7)	1,30 (69,6)	1,52 (76,1)	2,01 (78,5)	1,77 (83,1)
Amid- „	0,44 (20,3)	0,57 (30,4)	0,57 (23,9)	0,55 (21,5)	0,36 (16,9)
Rohprotein	13,56	11,69	13,06	16,00	13,31
Fett	3,00	2,77	2,76	2,35	2,32
Rohfaser	25,27	28,22	26,87	27,65	27,00
Stickstofffr. Extraktstoffe	51,27	50,56	49,13	44,48	49,76
Asche	6,90	6,76	8,18	9,52	7,61
Erster Schnitt 1892.					
Gesamt-Stickstoff	1,89	1,77	2,24	2,78	2,32
Eiweiss- „	1,60 (84,6)	1,42 (80,2)	1,88 (83,9)	2,33 (83,8)	1,89 (81,5)
Amid- „	0,29 (15,4)	0,35 (19,8)	0,36 (16,1)	0,45 (16,2)	0,43 (18,5)
Rohprotein	11,81	11,06	14,00	17,38	14,50
Fett	2,85	2,44	3,44	3,40	3,05
Rohfaser	25,79	28,38	26,00	24,19	25,32
Stickstofffr. Extraktstoffe	53,17	51,81	48,31	45,07	49,25
Asche	6,38	6,31	8,25	9,96	7,88

In 100 Teilen Trockensubstanz	Ungedüngt	Düngung ohne Phosphorsäure, nur Kali	ohne Kali, nur Phosphorsäure	Kainit (4) und Thomasmehl (3)	Kainit (4) und Phosphorit (3)
Zweiter Schnitt 1892.					
Gesamt-Stickstoff .	2,40	2,16	2,90	3,41	2,55
Eiweiss- „ .	1,99 (82,9)	1,86 (86,1)	2,40 (82,8)	2,98 (87,5)	2,09 (82,0)
Amid- „ .	0,41 (17,1)	0,30 (13,9)	0,50 (17,2)	0,43 (12,5)	0,46 (18,0)
Rohprotein	15,00	13,50	18,13	21,31	15,94
Fett	3,61	3,34	4,02	2,90	3,15
Rohfaser	24,12	27,47	25,56	26,17	27,37
Stickstofffr. Extraktstoffe	49,75	47,29	42,67	37,35	45,33
Asche	7,52	8,40	9,62	12,27	8,21

Versuch No. 2. Fr. Erasmy, Hintzendorf. Hochmoorwiese.

In 100 Teilen Trockensubstanz	Düngung ohne Kali	Kainit (2)	Kainit (4)
Erster Schnitt 1891.			
Gesamt-Stickstoff	1,77	2,05	2,47
Eiweiss- „	1,49 (84,2 %)	1,67 (71,4 %)	1,89 (76,5 %)
Amid- „	0,28 (15,8 „)	0,38 (18,6 „)	0,58 (23,5 „)
Rohprotein	11,06	12,81	15,44
Fett	1,99	1,87	2,00
Rohfaser	29,95	28,06	25,87
Stickstofffreie Extraktstoffe	51,04	49,02	46,37
Asche	5,96	8,24	10,32
Zweiter Schnitt 1891.			
Gesamt-Stickstoff	2,37	2,64	2,85
Eiweiss- „	1,89 (79,8 %)	2,05 (77,6 %)	2,29 (80,4 %)
Amid- „	0,48 (20,2 „)	0,59 (22,4 „)	0,56 (19,6 „)
Rohprotein	14,81	16,50	17,81
Fett	3,03	2.87	2,39
Rohfaser	23,95	24,54	24,98
Stickstofffreie Extraktstoffe	49,51	46,29	43,28
Asche	8,70	9,80	11,54
Erster Schnitt 1892.			
Gesamt-Stickstoff	1,82	2,34	2,31
Eiweiss- „	1,41 (77,5 %)	1,95 (83,3 %)	1,75 (75,8 %)
Amid- „	0,41 (22,5 „)	0,39 (16,7 „)	0,56 (24,2 „)

In 100 Teilen Trockensubstanz	Düngung ohne Kali	Kainit (2)	Kainit (4)
Rohprotein	11,38	14,63	14,44
Fett	3,07	3,35	3,44
Rohfaser	27,14	27,77	20,00
Stickstofffreie Extraktstoffe	52,49	44,97	52,70
Asche	5,92	9,28	9,42
Zweiter Schnitt 1892.			
Gesamt-Stickstoff	2,23	2,84	2,81
Eiweiss- „	1,80 (80,7 %)	2,24 (78,9 %)	2,41 (83,6 %)
Amid- „	0,43 (19,3 „)	0,60 (21,1 „)	0,40 (16,4 „)
Rohprotein	13,94	17,75	17,56
Fett	3,41	2,94	3,00
Rohfaser	23,32	24,78	24,04
Stickstofffreie Extraktstoffe	48,29	44,44	41,83
Asche	11,04	10,09	13,57

Versuch No. 7. Sackmann, Ottersberg. Niederungsmoorwiese.

In 100 Teilen Trockensubstanz	Ungedüngt	Ohne Phosphorsäure (Kainit)	Kainit und Thomasmehl	Kainit und Phosphorit
Erster Schnitt 1891.				
Gesamt-Stickstoff	1,91	1,98	1,98	1,99
Eiweiss- „	1,67 (87,5 %)	1,70 (85,9 %)	1,85 (93,5 %)	1,81 (91,0 %)
Amid- „	0,24 (12,5 „)	0,28 (14,1 „)	0,13 (6,5 „)	0,18 (9,0 „)
Rohprotein	11,94	12,38	12,38	12,44
Fett	2,72	2,65	2,52	2,66
Rohfaser	25,51	25,84	28,85	25,27
Stickstofffreie Extraktstoffe	52,08	49,51	47,47	51,06
Asche	7,75	9,62	8,78	8,57
Zweiter Schnitt 1891.				
Gesamt-Stickstoff	2,21	2,37	2,47	2,36
Eiweiss- „	1,68 (76,0 %)	1,84 (77,7 %)	1,92 (77,8 %)	2,04 (86,4 %)
Amid- „	0,52 (24,0 „)	0,52 (22,3 „)	0,55 (22,2 „)	0,32 (13,6 „)
Rohprotein	13,75	14,63	15,44	14,75
Fett	3,56	3,31	2,96	2,76
Rohfaser	24,98	25,66	26,11	25,31
Stickstofffreie Extraktstoffe	49,99	47,40	45,87	44,58
Asche	7,72	9,00	9,62	12,60

In 100 Teilen Trockensubstanz	Ungedüngt	Ohne Phosphorsäure (Kainit)	Kainit und Thomasmehl	Kainit und Phosphorit
		Erster Schnitt 1892.		
Gesamt-Stickstoff	2,16	1,78	1,87	1,87
Eiweiss- „	1,85 (85,6 %)	1,44 (80,9 %)	1,48 (79,1 %)	1,67 (89,3 %)
Amid- „	0,31 (14,4 „)	0,34 (19,1 „)	0,39 (20,9 „)	0,20 (10,7 „)
Rohprotein	13,50	11,13	11,69	11,69
Fett	3,05	3,02	3,06	2,43
Rohfaser	25,55	29,32	32,06	28,83
Stickstofffreie Extraktstoffe	50,87	48,22	44,75	50,91
Asche	7,03	8,31	8,44	6,14
		Zweiter Schnitt 1892.		
Gesamt-Stickstoff	2,41	2,38	2,55	2,49
Eiweiss- „	1,87 (77,6 %)	1,87 (78,6 %)	2,09 (82,0 %)	2,07 (83,1 %)
Amid- „	0,54 (22,4 „)	0,51 (21,4 „)	0,46 (18,0 „)	0,42 (16,9 „)
Rohprotein	15,06	14,88	15,94	15,56
Fett	3,81	3,73	3,36	3,89
Rohfaser	23,67	25,51	26,60	26,45
Stickstofffreie Extraktstoffe	46,74	45,34	44,77	43,25
Asche	10,72	10,54	9,33	10,85

Die Düngung ist nach den Zahlen der vorstehenden Tabellen auf die chemische Zusammensetzung des Heues nicht ohne Einfluss geblieben. Sehr deutlich ist wenigstens bei vollkommener Düngung eine Vermehrung des Gehaltes an Gesamtstickstoff und Rohprotein auf den Hochmoorwiesenflächen, während auf der Niederungsmoorfläche die Wirkung nach der Richtung geringer ist. Die Durchschnitte für den Gehalt der Ernte an Rohprotein, Fett, Rohfaser und stickstofffreien Extraktstoffen für die nichtgedüngten und die stark mit Kainit und Thomasmehl gedüngten Parzellen der Hochmoor- und Niederungsmoorwiesenflächen sind folgende:

	Nicht gedüngt	Vollkommen gedüngt
Hochmoorwiesen.		
Rohprotein	13,00 %	17,02 %
Fett	2,86 „	2,65 „
Rohfaser	25,86 „	25,52 „
Stickstofffreie Extraktstoffe . .	50,98 „	46,99 „
Niederungsmoorwiesen.		
Rohprotein	13,56 %	13,86 %
Fett	3,28 „	3,47 „
Rohfaser	24,93 „	28,40 „
Stickstofffreie Extraktstoffe . .	49,92 „	45,71 „

Auf den Hochmoorflächen zeigt sich in diesen Zahlen eine geringe Beeinflussung des Gehaltes an Fett und Rohfaser durch die Düngung, die Vermehrung des Roheiweisses ist vornehmlich auf Kosten der stickstofffreien Extraktstoffe erfolgt; bei der Niederungsmoorfläche tritt eine geringe Vermehrung des Eiweisses und Fettes ein, eine stärkere der Rohfaser, ebenfalls auf Kosten der stickstofffreien Extraktstoffe. Entsprechend der im allgemeinen stärkeren Wirkung der Düngung auf den Gesamtertrag ist auch die auf den Eiweissgehalt auf den Hochmoorflächen stärker, als auf der Niederungsmoorfläche. In erster Linie ist diese Erscheinung wohl auf die Vermehrung der Leguminosenmenge im Heu zurückzuführen. Bei an Klee reicheren Gemischen auf Wechselwiesen wurde z. B. ebenfalls ein proteinreicheres Futter gewonnen, als bei Kleegrasaussaaten. So besassen die Ernten von zwei derartigen Flächen im Jahre 1891 in der Trockensubstanz folgende Zusammensetzung.

	Fricke, Schanzendorf.		Hesse, Hintzendorf.	
	Klee.			
	1. Schnitt	2. Schnitt	1. Schnitt	2. Schnitt
Stickstoff	3,12 %	2,95 %	3,53 %	3,25 %
Eiweiss-Stickstoff	2,29 „	2,46 „	3,13 „	2,62 „
Amid- „	0,83 „	0,49 „	0,40 „	0,63 „
Rohprotein	19,50 „	18,44 „	22,07 „	20,31 „
Fett	3,25 „	2,42 „	2,09 „	1,87 „
Rohfaser	23,97 „	24,85 „	20,34 „	26,12 „
Stickstofffreie Extraktstoffe .	39,67 „	43,56 „	41,07 „	37,83 „
Asche	13,61 „	10,73 „	14,43 „	13,87 „
	Kleegras.			
Stickstoff	2,69 %	2,65 %	2,25 %	2,78 %
Eiweiss-Stickstoff	1,94 „	2,23 „	1,93 „	2,39 „
Amid- „	0,74 „	0,42 „	0,32 „	0,39 „
Rohprotein	16,75 „	16,56 „	14,06 „	17,38 „
Fett	2,80 „	2,49 „	2,39 „	1,89 „
Rohfaser	27,37 „	27,77 „	31,15 „	29,09 „
Stickstofffreie Extraktstoffe .	41,03 „	43,14 „	41,24 „	38,88 „
Asche	12,05 „	10,04 „	11,16 „	12,76 „

Die kleereicheren Flächen brachten, wie das ja auch zu erwarten war, stickstoffreichere Ernten als die grasreicheren. Aber es ist bei den obigen Wiesenversuchen nicht ausgeschlossen, dass die besser ernährten Gewächse an sich auf den vollgedüngten Parzellen stickstoffreicher werden, als dieselben Arten auf den nichtgedüngten Parzellen. Hierfür bieten die obigen Zahlen gewisse Anhaltspunkte, wenn man die botanische Zusammensetzung der Ernten mit in Betracht zieht. Die Zunahme an Protein durch Düngung erfolgt nicht in demselben Verhältnis, wie die Zunahme an Leguminosen im Heu. Beim 1. Schnitt im Jahre 1892 bei Versuch No. 1 ist z. B. bei Düngung mit Phosphorsäure allein nur eine unwesentliche Vermehrung der

Leguminosen zu beobachten, während der Gehalt an Stickstoff in der Erntetrockensubstanz um 0,35 %, der an Rohprotein um 2,19 % steigt. Beim 2. Schnitt im Jahre 1892 ist bei Kainit- und Phosphoritdüngnng sogar eine geringe Verminderung des Rohproteingehaltes zu bemerken, während der Gehalt an Leguminosen um 7,72 % vermehrt erscheint. Einer Vermehrung des Rohproteins von 3,75 % durch Thomasmehl- und Kainitdüngung entspricht im 1. Schnitt desselben Jahres eine solche der Leguminosen von 25,72 %, einer Zunahme des Rohproteins durch Phosphorit- und Kainitdüngung um 0,81 % eine solche der Leguminosen um 12,60 %. Bei Versuch No. 2 steigt im Jahre 1891 im 1. Schnitt durch steigende Kalimengen der Gehalt an Rohprotein von

11,06 auf 12,81 und 15,44 %, also um 1,75 und 4,38 %,

der an Leguminosen von

2,92 auf 9,49 und 27,08 %, also um 6,57 und 25,16 %,

im 2. Schnitt desselben Jahres der Gehalt an Rohprotein von

14,81 auf 16,50 und 17,81 %, also um 1,69 und 3,00 %,

der an Leguminosen von

10,30 auf 19,60 und 34,30 %, also um 9,30 und 24,00 %.

Beispiele dieser Art lassen sich noch vielfach auffinden. Sie thun jedenfalls dar, dass die Anreicherung der Ernte an Protein nicht allein von der Vermehrung des Gehaltes derselben an Klee- und Wickenarten abhängt. Wie weit sich der Gehalt derselben Species an wertbestimmenden Futterstoffen durch die Düngung verändert, wird durch die bereits angedeutete Untersuchung der bei der botanischen Wiesenanalyse gewonnenen, aus den einzelnen Species bestehenden Trennungsprodukte entschieden werden können.

Die Wolff'schen Tabellen geben für Wiesenheu aus besten Gräsern und Leguminosen in reifem Zustande einen Gehalt von

12,0 Rohprotein, 2,3 Fett, 24,0 Rohfaser, 39,5 % stickstofffreie Extraktstoffe

bei 85 % Trockensubstanz, was auf völlig trocken gedachte Substanz ausmacht

14,1 Rohprotein, 2,7 Fett, 28,2 Rohfaser, 46,5 % stickstofffreie Extraktstoffe.

Die oben angegebenen Durchschnittszahlen für Heu von *Hochmoorwiesen* bei Kainit- und Phosphatdüngung sind auf Trockensubstanz berechnet:

17,0 Rohprotein, 2,65 Fett, 25,5 Rohfaser, 47,0 % stickstofffreie Extraktstoffe,

für Heu von *Niederungsmoorwiesen*

13,9 Rohprotein, 3,47 Fett, 28,4 Rohfaser, 45,7 % stickstofffreie Extraktstoffe.

Das Heu der letztgenannten steht mithin in seiner durchschnittlichen Zusammensetzung derjenigen für gutes Heu nach den Wolff'schen Tabellen nahe, ist nur nicht unbeträchtlich reicher an Fett. Dagegen besitzt das Heu der Hochmoorwiesen in den vorstehenden Versuchen im Durchschnitt einen höheren Proteingehalt, als Heu von Niederungsmoor, und kommt darin dem des jung geschnittenen Heues nach den Wolff'schen Tabellen nahe. Für dieses werden 15 % Rohprotein bei 84 % Trockensubstanz entsprechend 17,8 % für die Trockensubstanz angegeben. Die Zahlen thun dar, dass

das von gedüngten Moorwiesen gewonnene Heu in seiner Zusammensetzung dem besten Wiesenheu nicht nachsteht.[1])

Auf einige andere aus den Tabellen für die Zusammensetzung des Heues sich ergebende Folgerungen ist noch hinzuweisen. Ausnahmslos ist der Gehalt des 2. Schnittes bei Hoch- und Niederungsmoorwiesen an Protein und Fett auf den nichtgedüngten und den am besten gedüngten Parzellen grösser, als der des 1. Schnittes, in der Regel der an Rohfaser und stickstofffreien Extraktstoffen im 2. Schnitt kleiner, als im 1. Eine Ausnahme von dieser Regel macht nur im Gehalt an Rohfaser das Hochmoorwiesenheu der gedüngten Flächen. Die Durchschnittszahlen sind folgende:

Hochmoorwiesen.

	Rohprotein	Fett	Rohfaser	stickstofffreie Extraktstoffe
Nichtgedüngte Fläche:				
1. Schnitt . . .	11,67	2,45	27,57	52,26
2. „ . . .	14,33	3,26	24,16	49,70
Gedüngte Fläche:				
1. Schnitt . . .	15,86	2,64	24,39	47,09
2. „ . . .	18,17	2,66	25,71	41,62

Niederungsmoorwiesen.

Nichtgedüngte Fläche:				
1. Schnitt . . .	12,72	2,88	25,53	51,47
2. „ . . .	14,40	3,68	24,32	48,36
Gedüngte Fläche:				
1. Schnitt . . .	12,03	2,79	30,45	46,11
2. „ . . .	15,69	3,16	26,36	45,32

Die botanische Analyse zeigt durchaus nicht immer eine Vermehrung des Gehaltes an Leguminosen im 2. Schnitte, im Gegenteil häufig eine Verminderung und unter Umständen eine sehr beträchtliche Verminderung derselben. Die Pflanzen des 2. Schnittes sind an sich reicher an Stickstoff, als die des 1. Schnittes, ebenso durchschnittlich reicher an Fett.

Eine besondere Besprechung erfordern noch die Zahlen, die die Art der stickstoffhaltigen Substanzen des Heues, namentlich den Gehalt an stickstoffhaltigen Nicht-Eiweissstoffen, angeben. Die Erscheinung, dass Heu von gedüngten Wiesen bisweilen von den Tieren zuerst ungern genommen wird, hat man z. T. durch einen höheren Gehalt desselben an Amidstoffen erklären zu sollen geglaubt, in Erinnerung an die Thatsache, dass üppig gewachsenes junges Gras, z. B. von Rieselwiesen, öfters von den Tieren

[1]) Den nach den gewöhnlichen Methoden der Futtermittelanalyse gewonnenen Zahlen ist allerdings allein kein allzu grosser Wert beizumessen, worauf bereits schon verschiedentlich von anderer Seite hingewiesen worden ist, da auch die geringwertigsten Wiesenpflanzen einen unter Umständen hohen Gehalt an Eiweiss, Fett u. s. w. haben. Eigentlichen Wert gewinnen diese Zahlen für das Heu erst in Verbindung mit der botanischen Analyse desselben.

ebenfalls ungern gefressen wird und dass solches Futter rehr reich an Nicht-Eiweissstickstoff zu sein pflegt. Die aus den sämtlichen vorstehenden Analysen berechneten Durchschnittszahlen sind folgende:

Durchschnittlicher Gehalt an Amid-Stickstoff in Prozenten des Gesamt-Stickstoffes.

	Nichtgedüngt	Vollständige Düngung (Kainit, Thomasmehl)
Hochmoorwiesen.	18,34 %	18,97 %
Niederungsmoorwiesen.	18,30 %	16,90 %

Für Wiesenheu verschiedener Art geben die Tabellen von Dietrich[1]) und König die folgenden Zahlen, gültig für 100 Teile Trockensubstanz.

Heu aus jungem Gras	2,76 Stickstoff,	0,64 Nicht-Eiweissstickstoff	=	23,49 %.
Normales Heu . . .	1,67 „	0,22 „	=	13,29 „
Salzwiesenheu . .	1,68 „	0,53 „	=	31,55 „

Der Gehalt des Hochmoorwiesenheues an Amid-Stickstoff wird durch die Düngung nicht wesentlich beeinflusst, der des Heues von Niederungsmoorwiesen merkwürdigerweise ermässigt. Der Amid-Stickstoffgehalt des von nichtgedüngten und gedüngten Flächen erzielten Moorwiesenheues ist überhaupt höher, als der des normalen Wiesenheues, und steht zwischen dem des normalen und des aus sehr jungen Gräsern gewonnenen Heues. Die Zahlen für die Einzelversuche schwanken jedoch sehr stark und stehen nicht in einem konstanten Verhältnis zur Düngung. In mehreren Fällen sind die Ernten der vollkommen gedüngten Parzellen ärmer an Amid-Stickstoff, als die der nichtgedüngten. Bei der Niederungsmoorwiese ist auch in den Einzelversuchen das Sinken des Amid-Stickstoffgehaltes durch die Düngung oft recht bedeutend; merkwürdig gering ist daran der Gehalt des mit Phosphorit-Kainitdüngung auf Niederungsmoorwiesen erzielten Heues (12,5 % des Gesamt-Stickstoffs), während das bei derselben Düngung auf Hochmoorwiesen erzielte Heu durchschnittlich reicher an Amid-Stickstoff ist, als das der nichtgedüngten Parzellen. *Jedenfalls wird der Gehalt an Nicht-Eiweissstickstoff durch andere Umstände stärker beeinflusst, als durch die Düngung mit Kali und Phosphorsäure.*

2. *Wirkung der Düngung auf den Wassergehalt der Wiesenerträge.*

In den folgenden Tabellen ist der prozentische Wassergehalt der Grasernten der Versuche No. 1, 2, 4 und 5 auf Hochmoorwiesen, der Versuche No. 6 und 7 auf Niederungsmoorwiesen für eine Reihe von Jahren zusammengestellt.

[1]) Dietrich und König, Zusammensetzung der Futtermittel S. 1362.

Prozentischer Gehalt der frischen Wiesenerträge an Trockensubstanz und Wasser. Versuch No. 1. J. H. Behling in Stellenfelde.

Parzelle	Düngung	1892						1893						1894					
		1. Schnitt			2. Schnitt			1. Schnitt			2. Schnitt			1. Schnitt			2. Schnitt		
		Tr. %	W. %	Mittel W. %	Tr. %	W. %	Mittel W. %	Tr. %	W. %	Mittel W. %	Tr. %	W. %	Mittel W. %	Tr. %	W %	Mittel W. %	Tr. %	W. %	Mittel W. %
6	Ungedüngt	27,54	72,46	72,94	23,02	76,98	74,28	29,53	70,47	69,40	14,49	85,51	78,41	23,42	76,58	72,34	27,32	72,68	72,43
20		26,57	73,43		28,42	71,58		31,67	68,33		28,70	71,30		31,91	68,09		27,82	72,18	
4	Nur Kali	26,36	73,64	72 76	16,56	83,44	80,04	25,93	74,07	75,32	19,19	80,81	78,70	29,18	70,82	73,34	23,19	76,81	76,18
22		28,11	71,89		23,35	76,65		23,42	76,58		23,41	76,59		24,14	75,86		24,45	75,55	
1	Kali und Phosphor-	15,91	84,09	84,71	15,35	84,65	81,01	17,98	82,02	80,49	20,53	79,47	81,21	17,53	82,47	82,94	16,35	83,65	81,86
10	säure 1 (Thomasmehl)	14,67	85,33		22,62	77,38		21,04	78,96		17,05	82,95		16,59	83,41		19,93	80,07	
3	Kali und Phosphor-	15,23	84,77	83,53	12,92	87,08	82,32	19,78	80,22	80,14	13,32	86,68	84,04	16,82	83,18	82,85	15,47	84,53	84,67
17	säure 2 (Thomasmehl)	17,70	82,30		22,44	77,56		19,94	80,06		18,60	81.40		17,49	82,51		15,20	84,80	
24	Kali und Phosphor-	13,52	86,48	86,57	11,88	88,12	85,00	17,57	82,43	83,41	17,18	82,82	82,91	19,23	80,77	83,28	17,45	82,55	82,33
25	säure 3 (Thomasmehl)	13,34	86,66		18,12	81,88		15,61	84,39		17,00	83,00		14,21	85,79		17,89	82,11	
2	Kali und Phosphor-	24,12	75,88	76,42	16,73	83,27	83,76	23,56	76,44	76,48	16,69	83,31	81,78	22,08	77,92	75,02	20,79	79,21	79,29
11	säure 1 (Phosphorit)	23,03	76,97		15,75	84,25		23,48	76,52		19,75	80,25		27,88	72,12		20,64	79,36	
7	Kali und Phosphor-	21,19	78,81	74,88	15,26	84,74	85,93	23,32	76,68	75,80	19,62	80,38	81,09	25,62	74,38	76,02	23,36	76,64	78,65
19	säure 2 (Phosphorit)	29,04	70,96		12,87	87,13		24,98	75,02		18,19	81,81		22,35	77,65		19,35	80,65	
23	Kali und Phosphorsäure 3 (Phosphorit)	19,35	80,65	80,65	23,78	76,22	76,22	24,16	75,84	75,84	24,86	75,14	75,14	23,16	76,84	76,84	24,45	75,55	75,55
12	Nur Phosphorsäure	23,40	76,60	76,19	14,60	85,40	83.49	20,32	79,68	78,09	20,70	79,30	81,03	24,53	75,47	72,83	21,16	78,84	80,81
5	(Thomasmehl)	24,22	75,78		18,42	81,58		23,50	76,50		17,23	82,77		29,82	70,18		17,23	82,76	
13	Thomasmehl und	16,26	83,74	82,90	16,00	84,00	85,55	20,26	79,74	79,87	19,17	80,83	82,36	18,53	81,47	80,07	13,61	86,39	84,77
8	Kali 1 (Kainit)	17,93	82,07		12,89	87,11		20,00	80,00		16,11	83,89		21,33	78,67		16,85	83,15	
16	Thomasmehl und	17,73	82,27	82,59	11,02	88,98	86,48	17,02	82,98	82,07	14,49	85,51	85,14	16,08	83,92	83,36	13,16	86,84	85,49
18	Kali 2 (Kainit)	17,08	82,92		16,01	83,99		18,83	81,17		15,22	84,78		17,20	82,80		15,86	84,14	
15	Thomasmehl und	15,23	84,77	85,88	14,14	85,86	85,31	17,77	82,23	82,44	13,97	86,03	84,28	15,20	84,80	83,15	15,07	84,93	83,81
21	Kali 3 (Kainit)	13,00	87,00		15,24	84,76		17,34	82,66		17,46	82,54		18,50	81,50		17,32	82,68	
14	Thomasmehl und Kali 4 (Kainit)	15,63	84,37	84,37	17,05	82,95	82,95	19,86	80,14	80,14	18,51	81,49	81,49	15,99	84,01	84,01	17,79	82,21	82,21

Fortsetzung von Versuch No. 1.

Parzelle	Düngung	1895 1. Schnitt Tr. %	1895 1. Schnitt W. %	1895 1. Schnitt Mittel W. %	1895 2. Schnitt Tr. %	1895 2. Schnitt W. %	1895 2. Schnitt Mittel W. %	1896 1. Schnitt Tr. %	1896 1. Schnitt W. %	1896 1. Schnitt Mittel W. %	1896 2. Schnitt Tr. %	1896 2. Schnitt W. %	1896 2. Schnitt Mittel W. %	1897 1. Schnitt Tr. %	1897 1. Schnitt W. %	1897 1. Schnitt Mittel W. %	1897 2. Schnitt Tr. %	1897 2. Schnitt W. %	1897 2. Schnitt Mittel W. %
6	Ungedüngt	23,94	76,06	74,25	35,88	64,12	65,25	21,29	78,71	78,20	20,96	79,04	76,85	35,85	64,15	64,46	24,23	75,77	77,08
20		27,57	72,43		33,62	66,38		22,32	77,68		25,35	74,65		35,24	64,76		21,61	78,39	
4	Nur Kali	21,41	78,59	76,91	17,25	82,75	74,64	22,24	77,76	81,42	15,96	84,04	84,43	30,19	69,81	72,67	22,57	77,43	79,22
22		24,78	75,22		33,47	66,53		14,92	85,08		15,19	84,81		24,47	75,53		18,99	81,01	
1	Kali und Phosphorsäure 1 (Thomasmehl)	12,01	87,99	87,41	17,00	83,00	80,98	14,46	85,54	85,90	10,39	89,61	87,25	18,06	81,94	82,91	11,38	88,62	88,17
10		13,18	86,82		21,04	78,96		13,74	86,26		15,11	84,89		16,12	83,88		12,29	87,71	
3	Kali und Phosphorsäure 2 (Thomasmehl)	12,62	87,38	85,67	16,88	83,12	81,58	11,37	88,63	86,74	10,85	89,15	89,26	16,26	83,74	81,36	12,28	87,72	87,18
17		16,04	83,96		19,97	80,03		15,15	84,85		10,64	89,36		21,02	78,98		13,37	86,63	
24	Kali und Phosphorsäure 3 (Thomasmehl)	15,08	84,92	85,06	20,40	79,60	79,73	11,88	88,12	87,39	14,39	85,61	86,02	17,43	82,57	82,52	12,93	87,07	87,68
25		14,81	85,19		20,15	79,85		13,35	86,65		13,57	86,43		17,54	82,46		11,71	88,29	
2	Kali und Phosphorsäure 1 (Phosphorit)	17,44	82,56	82,27	22,46	77,54	76,60	18,07	81,93	82,25	16,13	83,87	82,50	20,06	79,94	77,08	17,55	82,45	82,68
11		18,02	81,98		24,35	75,65		17,44	82,56		18,88	81,12		25,78	74,22		17,10	82,90	
7	Kali und Phosphorsäure 2 (Phosphorit)	19,91	80,09	83,16	26,48	73,52	74,19	18,84	81,16	82,21	17,88	82,12	82,58	18,35	81,65	77,25	17,62	82,38	83,61
19		13,77	86,23		25,15	74,85		16,74	83,26		16,97	83,03		27,15	72,85		15,16	84,84	
23	Kali und Phosphorsäure 3 (Phosphorit)	24,16	75,84	75,84	27,46	72,54	72,54	19,77	80,23	80,23	23,01	76,99	76,99	23,23	76,77	76,77	18,62	81,38	81,38
12	Nur Phosphorsäure (Thomasmehl)	18,84	81,16	82,57	27,58	72,42	76,39	17,04	82,96	83,59	13,63	86,37	86,81	25,26	74,74	75,28	14,48	85,52	85,68
5		16,02	83,98		19,64	80,36		15,79	84,21		12,75	87,25		24,19	75,81		14,17	85,83	
13	Thomasmehl und Kali 1 (Kainit)	15,59	84,41	86,66	22,44	77,56	78,05	14,85	85,15	85,71	11,58	88,42	88,60	16,84	83,16	82,26	13,38	86,62	87,31
8		15,09	84,91		21,46	78,54		13,74	86,26		11,23	88,77		18,64	81,36		12,01	87,99	
16	Thomasmehl und Kali 2 (Kainit)	13,08	86,92	84,15	17,25	82,75	82,73	12,15	87,85	86,47	11,42	88,58	87,63	15,52	84,48	83,21	10,23	89,77	89,21
18		18,63	81,37		17,30	82,70		14,91	85,09		13,33	86,67		18,07	81,93		11,35	88,65	
15	Thomasmehl und Kali 3 (Kainit)	14,61	85,39	84,21	20,65	79,35	78,84	13,37	86,63	86,21	9,58	90,42	88,31	15,63	84,37	82,45	12,08	87,92	87,99
21		16,97	83,03		21,67	78,33		14,21	85,79		13,80	86,20		19,48	80,52		11,94	88,06	
14	Thomasmehl und Kali 4 (Kainit)	14,63	85,37	85,37	19,90	80,10	80,10	14,72	85,28	85,28	11,19	88,81	88,81	18,74	81,26	81,26	12,82	87,18	87,18

Prozentischer Gehalt der frischen Wiesenerträge an Trockensubstanz und Wasser.
Versuch No. 2. F. Erasmy in Hintzendorf.

Parzelle	Düngung	1892						1893					
		1. Schnitt			2. Schnitt			1. Schnitt			2. Schnitt		
		Tr. %	W. %	Mittel W. %	Tr. %	W. %	Mittel W. %	Tr. %	W. %	Mittel W. %	Tr. %	W. %	Mittel W. %
8	Ohne Kali	18,81	81,19	77,42	18,30	81,70	79,63	26,81	73,19	72,62	21,24	78,76	76,80
13		26,36	73,64		22,45	77,55		27,95	72,05		25,16	74,84	
1	Kainit 1	14,27	85,73	84,73	14,34	85,66	84,43	23,09	76,91	78,40	17,01	82,99	81,97
18		16,28	83,72		16,80	83,20		20,12	79,88		19,06	80,94	
5	" 2	15,03	84,97	85,15	15,89	84,11	85,09	24,37	75,63	75,55	18,15	81,85	82,10
15		14,67	85,33		13,93	86,07		24,54	75,46		17,66	82,34	
9	" 3	13,81	86,19	85,15	12,06	87,94	86,00	20,41	79,59	79,12	20,49	79,51	80,34
11		15,89	84,11		15,94	84,06		21,35	78,65		18,83	81,17	
4	" 4	13,85	86,15	86,23	16,56	83,44	84,02	20,58	79,42	79,87	17,76	82,24	83,14
17		13,70	86,30		15,41	84,59		19,69	80,31		15,97	84,03	

Parzelle	Düngung	1894						1895					
		1. Schnitt			2. Schnitt			1. Schnitt			2. Schnitt		
		Tr. %	W. %	Mittel W. %	Tr. %	W. %	Mittel W. %	Tr. %	W. %	Mittel W. %	Tr. %	W. %	Mittel W. %
8	Ohne Kali	23,69	76,31	72,02	18,72	81,28	76,00	19,39	80,61	79,42	17,99	82,01	76,90
13		32,28	67,72		29,28	70,72		21,77	78,23		28,22	71,78	
1	Kainit 1	22,69	77,31	76,89	13,15	86,85	82,91	15,05	84,95	84,47	16,15	83,85	81,21
18		23,54	76,46		21,04	78,96		16,02	83,98		21,43	78,57	
5	" 2	21,29	78,71	76,79	16,97	83,03	81,46	17,66	82,34	81,56	17,98	82,02	81,29
15		25,13	74,87		20,12	79,88		19,22	80,78		19,44	80,56	
9	" 3	19,41	80,59	79,50	15,94	84,06	83,38	—	—	81,96	17,49	82,51	81,90
11		21,60	78,40		17,30	82,70		18,04	81,96		18,71	81,29	
4	" 4	23,25	76,75	78,64	16,99	83,01	81,59	16,12	83,88	84,07	17,13	82,87	81,39
17		19,48	80,52		19,84	80,16		15,75	84,25		20,09	79,91	

Prozentischer Gehalt der frischen Wiesenerträge an Trockensubstanz und Wasser.
Versuch No. 4. J. Schnakenberg in Wörpedorf.

Parzelle	Düngung	1892				1893				1894			
		1. Schnitt		2. Schnitt		1. Schnitt		2. Schnitt		1. Schnitt		2. Schnitt	
		Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %
1, 18	Ungedüngt	31,55	68,45	26,93	73,07	31,22	68,78	26,16	73,84	18,75	81,25	26,25	73,75
2, 17, 28	Nur Kali	27,59	72,41	26,90	73,10	28,77	71,23	24,48	75,52	20,86	79,14	24,97	75,03
7, 12	Ausser Kali Thomasmehl 3	26,46	73,54	17,78	82,22	27,94	72,06	17,99	82,01	16,71	83,29	21,02	78,98
8, 11	Ausser Kali Phosphorit 3	27,49	72,51	20,70	79,30	29,89	70,11	19,01	80,99	15,93	84,07	22,90	77,10
10, 20, 35	Nur Phosphorsäure	30,45	69,55	25,80	74,20	30,16	69,84	22,83	77,17	18,22	81,78	27,66	72,34
19, 25, 36	AusserThomasmehl Kainit 1	28,96	71,04	24,28	75,72	27,56	72,44	21,76	78,24	17,37	82,63	25,47	74,53
9, 21, 34	AusserThomasmehl Kainit 2	27,87	72,13	22,90	77,10	28,26	71,74	20,38	79,62	20,44	79,56	24,81	75,19
23, 31, 33	AusserThomasmehl Kainit 4	28,77	71,23	24,69	75,31	26,51	73,49	23.74	76,26	19,62	80,38	27,32	72,68

Prozentischer Gehalt der frischen Wiesenerträge an Trockensubstanz und Wasser.
Versuch No. 5. H. W. Tietjen in Wörpedorf.

Parzelle	Düngung	1892				1893				1894			
		1. Schnitt		2. Schnitt		1. Schnitt		2. Schnitt		1. Schnitt		2. Schnitt	
		Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %
1, 18	Ungedüngt	30,85	69,15	26,87	73,13	29,56	70,44	24,79	75,21	25,09	74,91	25,25	74,75
2, 17, 28	Nur Kali	29,77	70,23	28,65	71,35	24,41	75,59	25,01	74,99	24,37	75,63	23,90	76,10
7, 12	Ausser Kali Thomasmehl 3	27,17	72,83	22,12	77,88	21,82	78,18	17,19	82,81	18,32	81,68	20,59	79,41
8, 11	Ausser Kali Phosphorit 3	24,55	75,45	21,14	78,86	23,06	76,94	22,45	77,55	22,48	77,52	23,33	76,67
10, 20, 35	Nur Phosphorsäure	24,95	75,05	29,38	70,62	25,23	74,77	19,47	80,53	20,50	79,50	20,30	79,70
19, 25, 36	AusserThomasmehl Kainit 1	25,55	74,45	21,79	78,21	25,02	74,98	19,21	80,79	21,09	78,91	20,33	79,67
9, 21, 34	AusserThomasmehl Kainit 2	26,73	73,27	17,89	82,11	25,68	74,32	20,76	79,24	20,21	79,79	19,91	80,09
23, 31, 33	AusserThomasmehl Kainit 4	17,66	82,34	23,71	76,29	22,63	77,37	17,21	82,79	22,80	77,20	18,51	81,49

Prozentischer Gehalt der frischen Wiesenerträge an Trockensubstanz und Wasser.
Versuch No. 6. H. Müller in Ottersberg.

Parzelle	Düngung	1892				1893			
		1. Schnitt		2. Schnitt		1. Schnitt		2. Schnitt	
		Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %
2, 21	Ungedüngt	20,37	79,63	18,19	81,81	24,81	75,19	17,23	82,77
3, 20	Nur Kainit	18,97	81,03	15,55	84,45	27,79	72,21	16,27	83,73
1, 9, 15	Ausser Kainit Thomasmehl 1	18,56	81,44	15,29	84,71	19,16	80,84	16,02	83,98
7, 13, 19	„ „ „ 3	18,24	81,76	15,35	84,65	25,33	74,67	17,06	82,94
4, 10, 16	„ „ Phosphorit 1	18,96	81,04	14,96	85,04	25,23	74,77	18,39	81,61
8, 14, 22	„ „ „ 3	17,96	82,04	15,41	84,59	23,79	76,21	16,23	83,77

Prozentischer Gehalt der frischen Wiesenerträge an Trockensubstanz und Wasser.
Versuch No. 7. Witwe Sackmann in Ottersberg.

Parzelle	Düngung	1892				1893				1894			
		1. Schnitt		2. Schnitt		1. Schnitt		2. Schnitt		1. Schnitt		2. Schnitt	
		Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %
2, 21	Ungedüngt	28,35	71,65	22,23	77,77	30,71	69,29	18,38	81,62	20,08	79,92	20,16	79.84
3, 20	Nur Kainit	26,20	73,80	19,75	80,25	27,39	72,61	17,92	82,08	26,67	73,33	20,13	79,87
1, 9, 15	Ausser Kainit Thomasmehl 1	36,82	63,18	16,71	83,29	23,33	76,67	17,12	82,88	23,21	76,79	16,18	83,82
7, 13, 19	Ausser Kainit Thomasmehl 3	23,47	76,53	17,00	83,00	25,47	74,53	17,46	82,54	21,76	78,24	17,83	82,17
4, 10, 16	Ausser Kainit Phosphorit 1	24,43	75,57	17,52	82,48	26,41	73,59	17,82	82,18	24,43	75,57	18,43	81,57
8, 14, 22	Ausser Kainit Phosphorit 3	25,89	74,11	19,75	80,25	28,23	71,77	18,24	81,76	27,03	72,97	19,67	80,33

Parzelle	Düngung	1895				1896				1897			
		1. Schnitt		2. Schnitt		1. Schnitt		2. Schnitt		1. Schnitt		2. Schnitt	
		Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %	Tr. %	W. %
2, 21	Ungedüngt	22,15	77,85	24,05	75,95	20,16	79,84	22,05	77,95	24,35	75,65	22,46	77,54
3, 20	Nur Kainit	22,30	77,70	23,35	76,65	19,84	80,16	25,41	74,59	27,19	72,81	20,78	79,22
1, 9, 15	Ausser Kainit Thomasmehl 1	17,38	82,62	19,16	80,84	17,21	82,79	16,41	83,59	21,90	78,10	15,95	84,05
7, 13, 19	Ausser Kainit Thomasmehl 3	18,55	81,45	22,51	77,49	18,09	81,91	18,37	81,63	22,70	77,30	16,34	83,66
4, 10, 16	Ausser Kainit Phosphorit 1	20,83	79,17	19,88	80,12	19,37	80,63	19,07	80,93	22,93	77,07	18,87	81,13
8, 14, 22	Ausser Kainit Phosphorit 3	19,36	80,64	21,91	78,09	18,06	81,94	20,19	79,81	23,31	76,69	20,43	79,57

Es geht aus den Tabellen sehr deutlich hervor, wie der Wassergehalt der Erträge durch die Düngung stark beeinflusst worden ist, worauf FLEISCHER bereits bei Besprechung der früheren Versuchsergebnisse hingewiesen hat.[1]) Trotz der Schwankungen im Wassergehalt der Erträge gleichgedüngter Parzellen in demselben Schnitt zeigt sich im allgemeinen eine um so stärkere Zunahme des Wassergehaltes bei den einzelnen Versuchen, je stärker die Düngung gewirkt hat. Zur besseren Übersicht sind aus den Einzelbestimmungen für die einzelnen Versuche die folgenden Durchschnittszahlen für den Wassergehalt der Ernten aus den sämtlichen Ermittelungen berechnet worden, ferner die durchschnittliche Wirkung der einzelnen Düngungen, wenn der Ertrag der nichtgedüngten Parzellen = 100 gesetzt wird.

Versuch No. 1. J. H. BEHLING. Hochmoorwiese.

Düngung	Wassergehalt der Ernte im Mittel 1891/92—1896/97 1. Schnitt %	2. Schnitt %	Ertrag im Mittel
1. Ungedüngt	71,93	74,05	100
2. Nur Kali 4	75,40	78,86	108
3. Kainit und Thomasmehl 1 .	84,06	83,41	317
4. „ „ „ 2 .	83,38	84,84	373
5. „ „ „ 3 .	84,71	83,95	419
6. „ „ Phosphorit 1 . .	78,25	81,10	171
7. „ „ „ 2 . .	78,22	81,01	137
8. „ „ „ 3 . .	77,69	76,32	194
9. Nur Thomasmehl 3	78,09	82,35	174
10. Thomasmehl und Kainit 1 .	82,95	84,44	344
11. „ „ „ 2 .	83,64	86,11	382
12. „ „ „ 3 .	84,06	84,76	388
13. „ „ „ 4 .	83,41	83,79	394

Versuch No. 2. FR. ERASMY. Hochmoorwiese. 1891/92—1894/95

1. Nur Thomasmehl	75,37	77,33	100
2. Ausser Thomasmehl Kainit 1 .	81,12	82,63	218
3. „ „ „ 2 .	79,76	82,49	227
4. „ „ „ 3 .	81,43	82,91	247
5. „ „ „ 4 .	82,20	82,54	253

Versuch No. 4. J. SCHNAKENBERG. Hochmoorwiese. 1891/92—1893/94

1. Ungedüngt	72,83	73,55	100
2. Nur Kali 4	74,26	74,75	125
3. Kainit und Thomasmehl 3 . .	76,30	81,07	189
4. „ „ Phosphorit 3 . .	75,56	79,13	174
5. Nur Thomasmehl	73,72	74,57	110
6. Thomasmehl und Kainit 1 . .	75,37	76,16	140
7. „ „ „ 2 . .	74,48	77,30	133
8. „ „ „ 4 . .	75,03	74,75	138

[1]) Mitt. d. Ver. z. F. d. Moorkultur 1896, 14, S. 453.

Versuch No. 5. H. W. Tietjen. Hochmoorwiese.

Düngung	Wassergehalt der Ernte im Mittel 1891/92—1893/94 1. Schnitt %	2. Schnitt %	Ertrag im Mittel
1. Ungedüngt	71,50	74,36	100
2. Nur Kali	73,82	74,15	138
3. Kainit und Thomasmehl 3 . .	77,56	80,03	211
4. „ „ Phosphorit 3 . .	76,64	77,69	173
5. Nur Thomasmehl	76,44	76,95	166
6. Thomasmehl und Kainit 1 . .	76,11	79,56	182
7. „ „ „ 2 . .	75,79	80,48	171
8. „ „ „ 4 . .	78,97	80,19	194

Versuch No. 6. H. Müller. Niederungsmoorwiese.

Düngung	Wassergehalt der Ernte im Mittel 1891/92—1892/93 1. Schnitt %	2. Schnitt %	Ertrag im Mittel
1. Ungedüngt	77,41	82,29	100
2. Nur Kainit	76,62	84,09	133
3. Kainit und Thomasmehl 1 . .	81,14	84,35	174
4. „ „ „ 2 . .	78,22	83,80	165
5. „ „ Phosphorit 1 . .	77,91	83,38	143
6. „ „ „ 2 . .	79,13	84,18	138

Versuch No. 7. Sackmann. Niederungsmoorwiese.

	1891/92—1896/97		
1. Ungedüngt	75,70	78,43	100
2. Nur Kainit	75,07	78,78	106
3. Kainit und Thomasmehl 1 . .	76,69	83,08	217
4. „ „ „ 3 . .	78,33	81,75	221
5. „ „ Phosphorit 1 . .	76,93	81,40	155
6. „ „ „ 3 . .	76,35	79,97	160

Bei den verschiedenen Düngungen beobachten wir in deu einzelnen Versuchen im allgemeinen eine um so stärkere Vermehrung des Wassergehaltes der Ernte, je besser die betreffende Düngung auf den Ertrag gewirkt hat. Unregelmässigkeiten in dieser Erscheinung, namentlich zwischen den verschiedenen Dosierungen der einzelnen Düngemittel, treten allerdings öfters auf, sie können jedoch die oben hervorgehobene Thatsache nicht verschleiern. Diese Vermehrung des Wassergehaltes der Ernte kann dadurch hervorgebracht werden:

1. Dass durch die Düngung die Zusammensetzung des Grases nach der botanischen Seite hin verändert wird, dadurch, dass die Menge der wasserreicheren Gewächse in demselben zunimmt. In erster Linie ist hier an die Leguminosen zu denken. Schon Fleischer[1]) hat darauf hingewiesen,

[1]) A. a. O. S. 454.

dass die kleereicheren Schnitte einen grösseren Wassergehalt besitzen. Da nach den oben angeführten Ergebnissen der botanischen Analyse die Düngung im allgemeinen vornehmlich eine Zunahme der Leguminosen bewirkt, so ist ersichtlich, dass damit eine stärkere Anreicherung des Wassergehaltes der Erträge herbeigeführt wird.

2. Durch die Düngung kann der Wassergehalt derselben Pflanzenspecies vermehrt werden. Die vollkommenere Ernährung kann ein mastigeres Wachstum der Pflanzen und damit eine stärkere Wasseraufnahme verursachen. Ausserdem hat die Düngung, wie bekannt und noch in einem besonderen Abschnitt nachgewiesen werden wird, eine unter Umständen starke Vermehrung des Gehaltes der Trockensubstanz an Salzen zur Folge, die wahrscheinlich die Wasserabgabe durch die Pflanze herabsetzen. Die oben [1]) mitgeteilten Ergebnisse über die Beeinflussung des Wassergehaltes der Kartoffeln durch Düngung sprechen ebenfalls sehr entschieden für diese Annahme. Auch die aus obigen Tabellen vielfach zu ersehende Erscheinung, dass den Steigerungen im Kleegehalt der Wiesenerträge in denselben oder in verschiedenen Jahren die Änderungen im Wassergehalt nicht entsprechen, deutet darauf hin, dass noch durch andere Umstände als die Änderung in der botanischen Zusammensetzung der Wassergehalt der Erträge beeinflusst wird. Um ein Beispiel aufs Gradewohl herauszugreifen, so entspricht einer Erhöhung des Leguminosengehaltes bei Versuch No. 1 1. Schnitt 1893 durch Phosphorit- und Thomasmehldüngung von 5,32 auf 11,05 und 23,02 %, also um

5,73 und 17,70 %,

eine Erhöhung des Wassergehaltes von 69,40 auf 75,84 und 83,41 %, also um

6,44 und 14,01 %,

oder in dem einen Fall je 1 % Mehrgehalt an Klee ein Mehrgehalt an Wasser in der Ernte von 1,12 %, im anderen Falle ein Mehrgehalt an Wasser von nur 0,79 %. Diese Beispiele lassen sich beliebig vermehren.

Die noch nicht abgeschlossenen Untersuchungen der Moor-Versuchs-Station, die mit den bei der botanischen Wiesenanalyse getrennten Pflanzenarten ausgeführt werden, sollen über diese Fragen endgültigen Aufschluss liefern. Vorläufig dürfen wir jedenfalls auf Grund der vorliegenden Ergebnisse annehmen, dass *die Erhöhung des Wassergehaltes der Erträge bei Düngung sowohl durch die Änderung in der botanischen Zusammensetzung des Grases als auch durch grösseren Wasserreichtum der gedüngten Gewächse im Vergleich zu denselben Gewächsen auf nichtgedüngten Parzellen verursacht wird.*

3. Wirkung der Düngung auf den Gehalt der Ernte an bestimmten Aschenbestandteilen (Kali, Phosphorsäure). Von verschiedenen Seiten ist schon darauf hingewiesen worden, dass durch die Düngung mit konzentrierten Düngermitteln der Gehalt des Heues an Kali und Phosphorsäure über die gewöhnlich benutzten Zahlen der WOLFF'schen Tabellen gesteigert

[1]) S. S. 61.

werden[1]) kann. Die Ermittlung von Durchschnittszahlen für den Gehalt der mit künstlichen Düngemitteln erzielten Wiesenerträge an Kali und Phosphorsäure ist namentlich deshalb von grosser Wichtigkeit, weil bei Berechnungen über die Entnahme von Phosphorsäure und Kali und bei den daraus zu ziehenden Schlüssen über die zweckmässige Düngung man zu falschen Ergebnissen gelangt, wenn man die für diese Verhältnisse zu niedrigen Zahlen der Wolff'schen Tabellen zu Grunde legt.[2]) Ausserdem sind diese Ermittlungen auch noch nach anderer Richtung von Bedeutung (s. u.).

Die Ergebnisse der Untersuchung der Erträge bei verschiedenen oben aufgeführten Versuchen sind in den folgenden Tabellen enthalten. Die Zahlen gelten für die völlig trocken gedachte Substanz. Die Wolff'schen Tabellen[3]) geben als durchschnittlichen Gehalt für Wiesenheu mit 14,3 % Feuchtigkeit an: 1,6 % Kali, 0,43 % Phosphorsäure, entsprechend 1,87 % Kali, und 0,50 % Phospsorsäure für die Trockensubstanz.

Versuch No. 1. J. H. Behling. Hochmoorwiese.
Gehalt der Erträge im Jahre 1891/92 an *Kali* und *Phosphorsäure.*

Düngung	Gehalt der Trockensubstanz				Ertrag der nichtgedüngten Parzelle = 100	Gehalt der Trockensubstanz im Mittel	
	1. Schnitt		2. Schnitt				
	Kali	Phosphorsäure	Kali	Phosphorsäure		Kali	Phosphorsäure
Ungedüngt	0,92	0,49	1,09	0,52	100	1,00	0,50
Nur Kainit	2,99	0,57	2,60	0,57	102	2,79	0,57
Ausser Kainit Thomasmehl 1	2,83	0,90	2,69	0,73	304	2,76	0,81
„ „ „ 2	2,64	0,87	2,08	0,76	329	2,36	0,81
„ „ „ 3	3,62	1,36	2,23	1,04	416	2,92	1,20
„ „ Phosphorit 1	2,71	0,58	1,91	0,83	144	2,31	0,70
„ „ „ 2	1,26	0,63	2,98	0,62	139	2,12	0,63
„ „ „ 3	2,70	0,60	2,17	0,57	209	2,43	0,58
Nur Thomasschlacke	1,06	0,95	1,49	1,06	133	1,27	1,00
Ausser Thomasschlacke Kainit 1	1,71	0,92	1,82	1,10	291	1,76	1,01
„ „ „ 2	2,53	1,01	2,30	1,12	290	2,41	1,06
„ „ „ 3	2,35	0,97	2,22	1,18	417	2.28	1,07
„ „ „ 4	3,62	1,36	2,23	1,04	336	2,92	1,20

[1]) Vergl. M. Maercker, Die Kalidüngung 1892, S. 103 ff.; Br. Tacke, Jahrb. der Deutsch. Landw. Gesellschaft 1896, Bd. 11, S. 44; M. Fleischer, Mittlg. d. Ver. z. Förd. der Moorkultur 1897, Bd. 15, S. 129 ff. Den Erörterungen des letztgenannten Autors liegen teilweise die in früheren Jahren bei vorstehenden Versuchen gewonnenen Ergebnisse zu Grunde.

[2]) Mit den auf der Versuchswirtschaft der Moor-Versuchs-Station im Maibuscher Moor unter den verschiedensten genau bekannten Düngungen erzielten Moorfrüchten werden seit Einrichtung der Wirtschaft eingehende Untersuchungen dieser Art angestellt, um für die wichtigsten Moorfrüchte sichere Durchschnittszahlen für den Gehalt an wichtigen Pflanzennährstoffen zu gewinnen.

[3]) Landw. Kalender von Mentzel und von Lengerke 1898, S. 86.

Versuch No. 4. JOH. SCHNAKENBERG. Hochmoorwiese.

Gehalt der Erträge im Jahre 1891/92 an *Kali* und *Phosphorsäure.*

Düngung	Gehalt der Trockensubstanz 1. Schnitt Kali	1. Schnitt Phosphorsäure	2. Schnitt Kali	2. Schnitt Phosphorsäure	Ertrag der nichtgedüngten Parzelle = 100	Gehalt der Trockensubstanz im Mittel Kali	Im Mittel Phosphorsäure
Ungedüngt	1,35	0,47	1,43	0,54	100	1,39	0,50
Nur Kainit 4	2,31	0,52	1,96	0,59	120	2,13	0,55
Kainit 4 und Thomasmehl 3	1,85	0,67	1,99	0,82	177	1,82	0,74
„ 4 „ Phosphorit 3	2,07	0,51	1,93	0,64	162	1,98	0,57
Nur Thomasmehl	1,35	0,44	1,22	0,62	108	1,28	0,53
Thomasmehl 3 und Kainit 1	1,82	0,49	1,76	0,66	119	1,79	0,57
„ 3 „ „ 2	2,03	0,44	1,86	0,61	127	1,94	0,52
„ 3 „ „ 4	2,19	0,47	2,09	0,66	120	2,14	0,56

Versuch No. 7. SACKMANN. Niederungsmoorwiese.

Gehalt der Ernte im Jahre 1892 und 1895 an *Kali* und *Phosphorsäure.*

1892:							
Ungedüngt	1,06	0,44	1,82	0,49	100	1,44	0,47
Nur Kainit 4	3,00	0,37	2,90	0,43	104	2,95	0,40
Kainit 4 und Thomasmehl 1	2,72	0,57	2,63	0,73	198	2,67	0,65
„ 4 „ „ 3	2,38	0,66	2,37	0,83	197	2,38	0,74
„ 4 „ Phosphorit 1	3,69	0,42	3,17	0,49	138	2,43	0,45
„ 4 „ „ 3	2,79	0,41	2,76	0,47	131	2,78	0,44
1895:							
Ungedüngt	0,59	0,36	0,71	0,40	100	0,65	0,38
Nur Kainit 4	2,55	0,33	2,82	0,36	81	2,68	0,35
Kainit 4 und Thomasmehl 1	2,61	0,56	2,07	0,68	201	2,34	0,62
„ 4 „ „ 3	2,67	0,69	2,42	0,83	216	2,54	0,76
„ 4 „ Phosphorit 1	2,91	0,38	3,19	0,40	136	3,05	0,39
„ 4 „ „ 3	2,80	0,46	3,03	0,45	166	2,91	0,46

Der durchschnittliche Gehalt des Heues von *nichtgedüngten Hochmoorwiesen* auf Trockensubstanz berechnet ist hiernach

1,20 % Kali und **0,50** % Phosphorsäure

oder auf den Feuchtigkeitsgehalt von 14,3 % (Zahl der WOLFF'schen Tabellen) berechnet

1,01 % Kali und **0,43** % Phosphorsäure;

der von *nichtgedüngten Niederungsmoorwiesen*

für die Trockensubstanz . . . **1,05** % Kali und **0,50** % Phosphorsäure,

für Heu mit 14,3 % Feuchtigkeit **0,90** „ „ „ **0,43** „ „

Die Zahlen für Kali stehen hinter den Durchschnittszahlen der WOLFF'schen Tabellen ziemlich weit zurück, für Phosphorsäure stimmen sie überein.

Durch Düngung mit Kalisalzen wird der Gehalt der Erträge an Kali beträchtlich erhöht, für die verschiedenen Versuchsflächen in verschiedener Weise. Der durchschnittliche Gehalt bei *Kalidüngung* beträgt:

	Versuch No. 1	Versuch No. 4
für die Trockensubstanz	2,46 %	1,96 %
für Heu mit 14,3 % Feuchtigkeit . . .	2,11 „	1,98 „

und im Mittel beider Versuche

für die Trockensubstanz **2,21** % Kali,
für Heu mit 14,3 % Wasser **1,89** „ „

Durch *Phosphorsäuredüngung* in Form von *Thomasmehl* steigt auf Hochmoorwiesen der Gehalt des Heues an Phosphorsäure durchschnittlich:

	Versuch No. 1	Versuch No. 4
für die Trockensubstanz	1,19 %	0,73 %
für Heu mit 14,3 % Feuchtigkeit . . .	1,02 „	0,63 „

und im Mittel beider Versuche

für die Trockensubstanz . . . **0,96** % Phosphorsäure,
für Heu mit 14,3 % Wasser . . **0,82** „ „

Bei Phosphoritdüngung beträgt der durchschnittliche Gehalt an Phosphorsäure

für die Trockensubstanz 0,60 %.

Der durchschnittliche Gehalt des Heues von *gedüngten Hochmoorwiesen* ist über die in den Wolff'schen Tabellen angegebenen Zahlen mithin erhöht (berechnet für 14,3 % Feuchtigkeit), wenn wir vom Phosphorit absehen, um

0,29 % Kali und **0,39** % Phosphorsäure.

Das mit Kali- und Phosphorsäuredüngung auf Niederungsmoorwiesen erzielte Heu enthielt durchschnittlich

für die Trockensubstanz . . .	**2,77** % Kali und	**0,69** % Phosphorsäure,
bei Thomasmehldüngung, und bei Phosphoritdüngung		**0,43** „ „
oder bei 14,3 % Feuchtigkeit (nur unter Berücksichtigung der Thomasmehldüngung) . . .	**2,37** „ „ „	**0,59** „ „

Die Steigerung des Gehaltes an Kali und Phosphorsäure beträgt mithin für die lufttrockene Masse gegenüber den Wolff'schen Mittelzahlen

0,77 % Kali und **0,16** % Phosphorsäure

und im Durchschnitt der Versuche für Hoch- und Niederungsmoorwiesen

0,53 % Kali und **0,28** % Phosphorsäure.

M. Fleischer[1]) berechnet eine Erhöhung des Kali- und Phosphorsäuregehaltes durch Düngung im Durchschnitt um

0,42 % Kali und **0,24** % Phosphorsäure.

Die Unterschiede in dem Gehalt des Grases von Hochmoorwiesen und Niederungsmoorwiesen an Kali und Phosphorsäure sind jedoch so erheblich, dass man bei Berechnung der Entnahme durch die Ernte und des zur Deckung derselben nötigen Ersatzes die für die einzelne Bodenart er-

[1]) A. a. O. S. 138.

mittelten Durchschnittszahlen benutzen muss, die allerdings noch durch weiter fortgesetzte Untersuchungen zu sichern sind, und nicht die aus sämtlichen Untersuchungen gezogenen Mittelzahlen. Die ermittelten Durchschnittszahlen bei Kainit- und Thomasmehldüngung, bezogen auf Heu mit 14,3 % Feuchtigkeit, sind für:

Hochmoorwiesen

1,89 % Kali und **0,82** % Phosphorsäure.[1])

Niederungsmoorwiesen

2,37 % Kali und **0,59** % Phosphorsäure.

M. FLEISCHER berechnet als mittleren Gehalt für Heu, das mit Kainit- und Thomasmehldüngung erzielt ist, für:

Hochmoorwiesen

2,01 % Kali und **0,76** % Phosphorsäure.

Niederungsmoorwiesen

1,98 % Kali und **0,56** % Phosphorsäure.

Das Mittel aus diesen Zahlen beträgt für Heu mit 14,3 % Feuchtigkeit bei:

Hochmoorwiesen

1,95 % Kali und **0,79** % Phosphorsäure.

Niederungsmoorwiesen

2,17 % Kali und **0,57** % Phosphorsäure.

Für je 1000 *kg* Heu ergiebt sich hieraus ein Gehalt an Kali und Phosphorsäure:

[1]) Eine im 2. Schnitt des Jahres 1897 bei Versuch No. 1 nachträglich angestellte Ermittlung des Gehaltes an Kali und Phosphorsäure ergab folgende Werte für die Trockensubstanz:

Nicht gedüngt	1,30 %	Kali	0,55 %	Phosphorsäure.
Nur Kainit 4	2,66 „	„	0,62 „	„
Kainit 4 und Thomasmehl 1 . .	2,60 „	„	0,78 „	„
„ 4 „ „ 2 . .	2,23 „	„	0,81 „	„
„ 4 „ „ 3 . .	2,18 „	„	1,04 „	„
„ 4 „ Phosphorit 1 . .	3,01 „	„	0,82 „	„
„ 4 „ „ 2 . .	3,62 „	„	0,87 „	„
„ 4 „ „ 3 . .	2,79 „	„	0,72 „	„
Nur Thomasmehl 3	0,92 „	„	1,15 „	„
Thomasmehl 3 und Kainit 1 . .	1,66 „	„	1,08 „	„
„ 3 „ „ 2 . .	1,79 „	„	1,10 „	„
„ 3 „ „ 3 . .	2,00 „	„	1,04 „	„
„ 3 „ „ 4 . .	2,02 „	„	1,04 „	„

Im Durchschnitt ergiebt sich für die mit Kainit gedüngten Parzellen ein Gehalt von 2,14 % Kali in der Trockensubstanz, entsprechend 1,83 % für Heu mit 14,3 % Feuchtigkeit, für die mit Phosphorsäure in Thomasmehl gedüngten Parzellen ein Gehalt von 1,00 % Phosphorsäure in der Trockensubstanz, entsprechend 0,86 % Phosphorsäure für Heu von demselben Feuchtigkeitsgehalt. Die nach weiterer fünfjähriger fortgesetzter Düngung erhaltenen Durchschnittszahlen stimmen also befriedigend mit den im Jahre 1892 erhaltenen überein.

Hochmoorwiesen
19,5 *kg* Kali und **7,9** *kg* Phosphorsäure.
Niederungsmoorwiesen
21,7 *kg* Kali und **5,7** *kg* Phosphorsäure.

Zum Ersatz des in dieser Menge Heu enthaltenen Kalis sind nötig auf:

Hochmoorwiesen
156 *kg* Kainit und **49** *kg* Thomasmehl mit 16 % citratlöslicher Phosphorsäure.
Niederungsmoorwiesen
174 *kg* Kainit und **36** *kg* Thomasmehl gleicher Beschaffenheit.

Für eine Durchschnittsernte von 5000 *kg* Heu mit 14,3 % Feuchtigkeitsgehalt pro Hektar würden als Ersatz zu geben sein auf:

Hochmoorwiesen
800 *kg* Kainit und **250** *kg* Thomasmehl mit 16 % citratlöslicher Phosphorsäure.
Niederungsmoorwiesen
900 *kg* Kainit und **200** *kg* Thomasmehl mit 16 % citratlöslicher Phosphorsäure.

Es wird zu untersuchen sein, wie diese Zahlen mit den Ergebnissen der oben beschriebenen Versuche und den anderweitig gemachten Erfahrungen übereinstimmen. Zunächst ist zu bedenken, dass das Kali im Moorboden bis zu einem bestimmten Grade leicht beweglich bleibt und daher der Gefahr in hohem Grade ausgesetzt ist, in die tieferen Bodenschichten aus dem Bereich der Wurzeln durch die Sickerwasser entfernt zu werden.[1]) Diese Gefahr wird vergrössert dadurch, dass die Kalidüngung vorwiegend im Herbst oder Vorwinter gegeben wird. Ist dieselbe auf dem von Pflanzenwurzeln durchsetzten Boden auch geringer als auf dem nackten Boden, da die Wurzeln, solange die Vegetation nicht stillsteht, Kali aufnehmen, so ist sie doch nicht zu unterschätzen. Erwägungen dieser Art haben ja zu der Annahme geführt, dass es vielleicht zweckmässiger ist,[2]) die Kalidüngung auf den Ausgang des Winters zu verlegen, wenigstens auf Feldern, die schon einigemale mit Kali gedüngt sind. Neue Versuche nach der Richtung sind auf der Versuchswirtschaft der Moor-Versuchs-Station im Maibuscher Moor bereits eingeleitet.

Auf gut entwässerten Niederungsmooren, in die die Pflanzenwurzeln in grössere Tiefe dringen als auf Hochmoor, die Schicht also, die das Kali durchsinken muss, stärker ist als auf letztgenannter Bodenart, ist zwar die Gefahr des Verlustes an Kali viel geringer als auf Hochmoorboden. Auf diesem können die Wurzeln sich nur in der häufig ziemlich flachen, entsäuerten Oberflächenschicht ausbreiten, in den sauren Moostorfuntergrund dringen sie nicht ein. Alle Nährstoffe, die in diesen gelangen, sind für die Pflanzen auf Hochmoor verloren. An und für sich ist ferner der Kaligehalt

[1]) Siehe die Untersuchungen über die Zusammensetzung des Sickerwassers aus Moorboden weiter unten.

[2]) Mitteilungen d. Vereins z. Förd. d. Moorkultur 1897, S. 5, 114, 144.

des natürlichen Hochmoorbodens geringer als der des Niederungsmoores, wenn wahrscheinlich auch den Pflanzen in höherem Grade zugänglich. Nichtgebrannte Hochmoore enthalten in der Oberflächenschicht durchschnittlich 115 *kg* Kali und ausgetorfter Hochmoorboden noch etwas weniger, während z. B. das Cunrauer Moor bis 20 *cm* Tiefe 200 *kg* Kali enthält und bei einer Wurzelschicht von 40 *cm* Stärke also hier den Pflanzen ein Quantum von 400 *kg* Kali erreichbar ist. Die zu obigen Versuchen dienenden Flächen waren durch langjährige Kultur bereits mit Kali mehr oder weniger angereichert, sind also für die Beurteilung des Kalibedürfnisses ärmerer Moorflächen nicht gut geeignet. Jedenfalls darf man annehmen, dass auf Niederungsmoorboden infolge des grösseren Bodenvorrates an Kali es genügt, um dauernd hohe Erträge zu erzielen, wenn das Quantum von rund 900 *kg* Kainit für eine Ernte von 5000 *kg* Heu und entsprechend mehr für höhere Ernten zugeführt wird. Das bislang übliche Quantum von 800 *kg* Kainit pro Hektar, bei einer Durchschnittsernte von 5000 *kg*, dürfte als das Minimum des nötigen Ersatzes zu betrachten sein. Da die Kalidüngung viel weniger kostspielig ist, als die mit Phosphorsäure, so sollte das Zuviel, was nicht selten, namentlich auf phosphorsäurereicheren Mooren, an letztgenannter geschieht, besser zu einem Teile durch eine etwas verstärkte Kalidüngung ersetzt werden.

Auf *Hochmoorboden* werden wir die für 5000 *kg* Heuertrag nötige Ersatzdüngung aus den oben dargelegten Gründen wenigstens in den ersten Jahren von 156 *kg* Kainit auf 200 *kg* erhöhen müssen, so dass für eine Durchschnittsernte von 5000 *kg* Heu 1000 *kg* Kainit pro Hektar nötig sind. In den späteren Jahren, wenn der Boden erst etwas mit Kali angereichert ist, wird man die Kainitdüngung etwas herabsetzen dürfen; ebenso auf bereits durch anderweitige Düngung angereichertem Hochmoorboden, zu dem auch die Bodenflächen der Versuche No. 1—5 zu rechnen sind. Auf den kalireicheren Flächen der Versuche No. 1 und 2 reicht in den späteren Jahren des Versuches eine Düngung von 800 und 900 *kg* Kainit pro Hektar für Erträge von 35000 bis 45000 *kg* frischer Masse, entsprechend rund 6000 bis 8000 *kg* Heu aus, um den nötigen Nährstoffersatz zu liefern.

Der Unterschied im Kalibedürfnis der Hoch- und Niederungsmoorwiesen wird, soweit er durch die verschiedene Tiefe der den Pflanzenwurzeln zugänglichen Schicht verursacht wird, ausgeglichen werden, wenn durch Entsäuerung des Moostorfuntergrundes durch Untergrundskalkung das Wurzelbett auf Hochmoorwiesen vertieft wird. Nach dieser Richtung sind ebenfalls Versuche ins Werk gesetzt.

Einfacher gestaltet sich die Frage der Phosphorsäuredüngung auf Moorwiesen. Abgesehen davon, dass manche Niederungsmoore so reich an Phosphorsäure sind, dass die Düngung mit solcher stark herabgesetzt oder sogar gänzlich unterlassen werden darf, liegt bei der Phosphorsäure viel weniger die Gefahr des Versinkens in den Pflanzenwurzeln nicht erreichbare Bodenschichten vor. Die in 1000 *kg* Heu enthaltene Menge Phosphorsäure ist nun auf Hochmoorwiesen nicht unerheblich grösser als auf Niederungs-

moor; ferner ist der Gehalt des Hochmoorbodens in natürlichem Zustand an für die Pflanzen aufnehmbarer Phosphorsäure recht gering, wie aus den zahlreichen Feld- und Vegetationsversuchen hervorgeht. Schliesslich ist wahrscheinlich auf eine Nachwirkung von zugeführter Phosphorsäure erst dann zu rechnen, wenn die Fähigkeit des Bodens, Phosphorsäure so fest zu binden, dass sie für die Pflanzen verwertbar bleibt, erschöpft ist.[1] Mit der Zeit gelangt schliesslich auch ein bemerkbares Quantum der in der Düngung zugeführten Phosphorsäure in den den Pflanzen unzugänglichen Moostorfuntergrund.[2] Alle diese Umstände machen eine stärkere Phosphorsäurezufuhr auf Hochmoorboden zur dauernden Erzielung derselben Erträge nötig, als auf Niederungsmoor. Bei dem Versuch No. 1 bei Behling sehen wir auf dem mit Phosphorsäure bereits angereicherten Boden, dass die Thomasmehldüngung 3 entsprechend 500 *kg* 20 $^0/_0$ igen Thomasmehles mit 100 *kg* Phosphorsäure in den ersten Jahren eine sehr gute Wirkung ausübt und Erträge von über 40000 *kg* frischer Masse, entsprechend rund 7000 *kg* Heu, hervorbringt, die bei Zugrundelegung eines Gehaltes von 0,79 $^0/_0$ Phosphorsäure ca. 55 *kg* enthalten. In den letzten Versuchsjahren scheint dann die Düngung mit 75 *kg* Phosphorsäure pro Hektar den Bedarf noch etwas höherer Erträge gedeckt zu haben. Auf weniger phosphorsäurereichem Hochmoorboden wird von vornherein die Düngung mit Phosphorsäure ohne Bedenken noch höher gesteigert werden können und in den ersten Jahren die Phosphorsäurezufuhr für je 1000 *kg* Ernte auf mindestens 100 *kg* Thomasmehl von befriedigender Citratlöslichkeit erhöht werden dürfen.

Auf Niederungsmoorboden ist das mit Thomasmehldüngung erzielte Heu durchschnittlich phosphorsäureärmer, wahrscheinlich deshalb, weil die Phosphorsäure in den Agentien desselben weniger leicht löslich ist, als auf Hochmoor, und daher den Pflanzenwurzeln weniger reichlich zufliesst.[3] Der Vorrat der auch nicht von Natur an Phosphorsäure besonders reichen Niederungsmoore an solcher in der Oberflächenschicht ist durchschnittlich 6—7 mal so gross als auf Hochmoor, und zudem ist sie darin zum Teil in leichter den Pflanzen zugänglicher Form enthalten, als im Hochmoorboden. Schliesslich ist die Phosphorsäure der tieferen Schichten auf Niederungsmoor den Pflanzen nicht in dem Grade unzugänglich, als auf Hochmoor. Nach ein oder zwei stärkeren Düngungen wird man daher mit einer jährlichen Düngung von rund 40 *kg* Thomasmehl mit etwa 16 $^0/_0$ citratlöslicher Phosphorsäure für eine Ernte von 1000 *kg* Heu auf Niederungsmoor auskommen, was der in der Praxis vielfach üblichen Quantität von 200 *kg* pro Hektar bei einer Durchschnittsernte von 5000 *kg* Heu entspricht. Bei höherem Ertrage wird entsprechend mehr zu geben sein. Bei dem Versuch No. 7 auf Niederungsmoor tritt in den späteren Jahren des Versuches keine

[1]) Über diesbezügliche Versuche wird demnächst berichtet werden.

[2]) Siehe die Abhandlung von Schliebs und Minssen über Veränderung des Moorbodens durch Kultur u. s. w.

[3]) Hierauf hat bereits Fleischer, Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moork. 1897, S. 138, hingewiesen.

deutliche Wirkung der Thomasmehldüngung 2, entsprechend 75 *kg* Phosphorsäure pro Hektar, mehr hervor; die jährliche Zufuhr von 50 *kg* Gesamt-Phosphorsäure pro Hektar, entsprechend ca. 250 *kg* Thomasmehl, genügt dem Bedarf einer Ernte von durchschnittlich über 35000 *kg* grüner Masse oder 6000 *kg* Heu, was pro 1000 *kg* Heu einer Düngung mit nur 40 *kg* Thomasmehl gleichkommt.

Es ist noch zum Schluss kurz die hin und wieder beobachtete Erscheinung zu besprechen, dass Gras oder Heu von Wiesen, die mit Kunstdünger gedüngt sind, von den Tieren weniger gern gefressen werden.[1]) Wenn diesen Beobachtungen auch eine sehr viel grössere Zahl von solchen gegenübersteht, nach denen Gras und Heu von Kunstdüngerwiesen geradezu bevorzugt werden — eine Erfahrung, die ausnahmslos auch in unserem engeren Arbeitsgebiet gemacht ist —, so nötigt die erstgenannte Beobachtung doch dazu, eine Erklärung für dieselbe zu suchen. Zu einer solchen dürften die mitgeteilten Erfahrungen über die Änderungen der Beschaffenheit der Wiesenerträge durch die Düngung mit Kainit und Thomasmehl wenigstens einige Anhaltspunkte liefern. Als solche sind hervorzuheben die starke Zunahme des Heues an Aschenbestandteilen durch die Düngung, wie sie aus den oben mitgeteilten Analysen über den Futterwert des bei verschiedener Düngung erzielten Heues hervorgeht, und die zu einem Teil auf der Zunahme des Gehaltes an Alkalisalzen beruhen wird; weiterhin der grössere Wasserreichtum des auf Kunstdüngerwiesen gewonnenen Grases. Eine Vermehrung des Gehaltes an Nicht-Eiweissstickstoff, die gelegentlich bei Heu von Kunstdüngerwiesen beobachtet worden ist und der die geringere Schmackhaftigkeit desselben zugeschrieben wurde, scheint nicht eine notwendige Folge der Anwendung von Kunstdünger zu sein. Im Gegenteil konnte in einer Reihe von Fällen eine Abnahme des Gehaltes an Nicht-Eiweissstickstoff bei Verwendung der künstlichen Düngung festgestellt werden. Aber auch die Wirkungen der künstlichen Düngung, wie sie sich namentlich in der botanischen Zusammensetzung des Heues äussern, werden unter Umständen wenigstens so lange, bis das Vieh sich an das veränderte Futter gewöhnt hat, die Erscheinung einer scheinbar geringeren Schmackhaftigkeit hervorrufen können, besonders wenn, wie das in einzelnen Fällen schon beobachtet ist, die Anwendung des Kunstdüngers das Überwiegen bestimmter Leguminosenarten im Futter verursacht (Lathyrusarten), die vielleicht in zu grosser Menge oder überreifem Zustande von den Tieren weniger gern genommen werden.

Es ist schliesslich nicht ausgeschlossen, dass die Gewinnung guten Heues aus dem wasserreicheren Gras der Kunstdüngerwiesen namentlich in ungünstigen Erntejahren schwieriger ist, als aus den weniger wasserreichen Pflanzen nichtgedüngter Flächen, und deshalb die Gefahr für die

[1]) Vergl. Jahrb. der Deutsch. Landw.-Gesellschaft 1896, S. 46; MAERCKER, Die Kalidüngung 1892, S. 107; SCHIRMER, Deutsche landw. Presse 1896, No. 92; FLEISCHER, Mitt. d. Ver. z. Förd. d. Moork. 1896, S. 77; ebenda S. 88.

erstgenannten grösser, dass dann ein nicht genügend trocknes und dem Verderben leichter ausgesetztes Futter eingeheimst wird. Nach den vorliegenden Beobachtungen scheint jedoch die Erscheinung dort, wo das Heu von Kunstdüngerwiesen weniger gern von den Tieren genommen wird, eine vorübergehende zu sein und mit der Gewöhnung der Tiere an das neue Futter zu verschwinden. Wenn man auch in Zukunft versuchen muss, die Ursachen dieser immerhin ziemlich seltenen Erscheinung noch besser aufzudecken, so kann die Thatsache an sich jedenfalls kein Grund dafür sein, sich von der zweckmässigen Anwendung des Kunstdüngers auf Wiesen abschrecken zu lassen.

Die Hauptergebnisse der vorstehend beschriebenen Wiesenversuche können in folgender Weise zusammengefasst werden:

1. Die gleichzeitige Anwendung von Kali und Phosphorsäure in Form von Kainit und Thomasmehl bewirkt auf Hochmoor- wie Niederungsmoorwiesen eine je nach den Boden- und Wachstumsverhältnissen grössere oder geringere Erhöhung der Erträge. Die Wirkung der künstlichen Düngemittel ist um so günstiger, je besser die übrigen Wachstumsbedingungen sind. Unzureichende Entwässerung drückt dieselbe besonders stark herab. Von Phosphorsäure in Form von Phosphorit ist nur auf solchen Hochmoorwiesen eine befriedigende Wirkung zu erwarten, die noch nicht zu stark entsäuert sind, deren Aufschliessungsvermögen für Rohphosphate noch nicht zu stark geschwächt ist.

2. Durch eine zweckmässige Düngung wird die botanische Zusammensetzung des Grasschnittes oder des Heues günstig verändert, besonders der Gehalt desselben an den besten Futterpflanzen stark vermehrt. Weder vom Kali noch von der Phosphorsäure allein ist auf Moorböden von durchschnittlicher Zusammensetzung eine besondere Wirkung nach der Richtung zu erwarten, sondern erst von der vereinigten Anwendung beider Pflanzennährstoffe.

3. Durch die künstliche Düngung wird der Gehalt der Ernten an Eiweiss vermehrt. Dieses scheint nicht allein durch die Vermehrung der von an sich stickstoffreicheren Wiesenpflanzen (Leguminosen) stammenden Masse in der Ernte verursacht zu sein, sondern auch dadurch, dass die Substanz ein und derselben Pflanzenart durch die Düngung stickstoffreicher werden kann.

4. Der Gehalt der Erträge an Nicht-Eiweissstickstoff ist von anderen bis jetzt nicht bekannten Ursachen in höherem Grade abhängig, als von der Anwendung künstlicher Düngemittel.

5. Das Gras von Kunstdüngerwiesen ist durchschnittlich an Wasser reicher als solches von gleichartigen nicht mit Kunstdünger gedüngten Flächen. Die Anreicherung mit Wasser ist wahrscheinlich nicht allein auf eine Zunahme des Prozentsatzes an Pflanzenteilen wasserreicherer Gewächse (Kleearten) im Grasschnitt zurückzuführen, sondern auch auf die Zunahme des Wassergehaltes ein und derselben Species durch Düngung.

6. Der Gehalt des Heues von Moorwiesen an ***Kali*** *und* ***Phosphorsäure*** *wird durch die Düngung wesentlich über die Zahl der* Wolff*'schen Tabellen erhöht. An Stelle der* Wolff*'schen Mittelzahlen für Heu mit 14,3 % Feuchtigkeit,*

1,6 % Kali und 0,43 % Phosphorsäure,

empfiehlt es sich vorerst für Heu gleichen Trockensubstanzgehaltes von ***Niederungsmoorwiesen*** *in Rechnung zu stellen*

2,17 % Kali *und* ***0,57 % Phosphorsäure,***

von ***Hochmoorwiesen***

1,95 % Kali *und* ***0,79 % Phosphorsäure.***

7. Zur Erzeugung von 1000 kg Heu (mit 14,3 % Feuchtigkeit) ist nötig auf Hochmoorwiesen, die nicht bereits durch Düngung und Kultur angereichert sind, in den ersten Jahren ein Quantum von etwa 200 kg Kainit; in späteren Jahren wird dasselbe herabgesetzt werden können und wahrscheinlich auf Wiesen, deren Wurzelbett durch Untergrundskalkung vertieft ist, auf die für Niederungsmoorwiesen von durchschnittlicher Beschaffenheit zweckmässige Menge sinken dürfen. Auf letztgenannten ist es rätlich, pro 1000 kg Heu allermindestens 160 kg und besser 180 kg Kainit (mit 12,5 % Kali) aufzubringen.

8. Für nicht bereits gedüngte Hoochmoorwiesen wird in den ersten Jahren für die in je 1000 kg Heu enthaltene Phosphorsäure eine Ersatzdüngung von 100 kg Thomasmehl (mit 16 % citratlöslicher Phosphorsäure), in den späteren Jahren von 70—50 kg Thomasmehl genügen, auf noch nicht gedüngten Niederungsmoorwiesen von durchschnittlicher Zusammensetzung nach mehrjährigen stärkeren Gaben pro 1000 kg Heu eine Düngung mit ca. 40 kg Thomasmehl gleicher Qualität.

II. Die Vegetationsversuche der Moor-Versuchs-Station auf verschiedenen Moorböden.

Nach Untersuchungen im Laboratorium und im Gewächshaus der Station unter besonderer Mitwirkung von H. Immendorff.

Bericht von **Br. Tacke.**

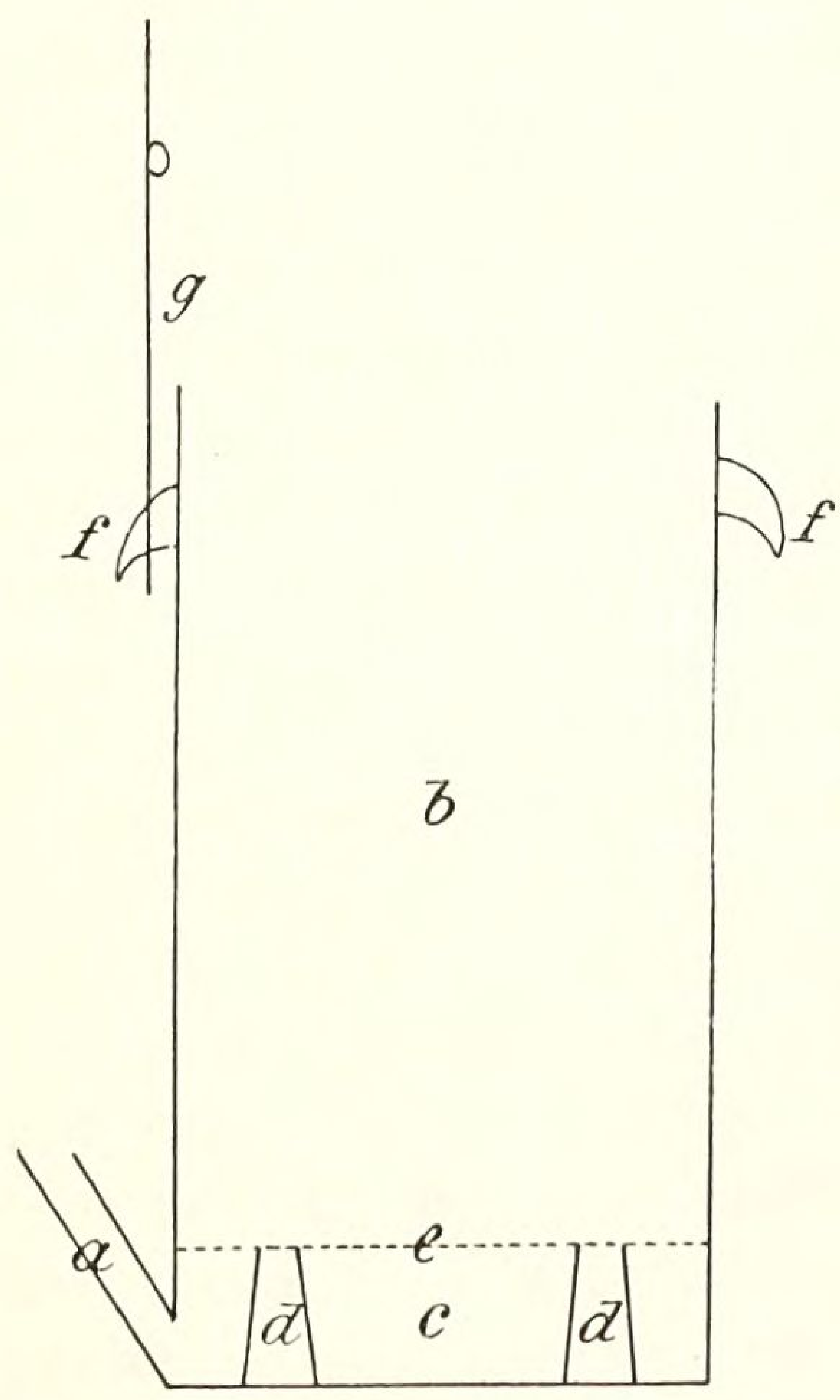
Über die Art der Ausführung von Gefässversuchen mit Moorboden sind früher bereits Mitteilungen gemacht worden.[1]) Die seitdem gemachten Erfahrungen haben dazu geführt, die Vegetationsgefässe nicht mehr aus Zink, sondern aus Steingut oder Eisen herstellen zu lassen. Bei Versuchen mit Hochmoorboden von längerer Dauer ist es bei grösster Sorgfalt nicht mit Sicherheit möglich, eine Einwirkung des Bodens auf die Gefässwandung zu verhüten. Dieselben werden trotz schützender Anstriche angegriffen und das in den Boden gelangende Zink stört die Entwicklung der Versuchspflanzen. Selbst bei Füllung der Gefässe mit nicht oder nur schwachsaurem Niederungsmoor ist bei mehrjähriger Dauer der Versuche eine Korrosion der Innenwandung der Gefässe häufiger zu beobachten und in den Untersätzen der Gefässe Zink deutlich nachzuweisen gewesen. Aus dem Grunde wurden in den letzten Jahren die Zinkgefässe für die Versuche mit Moorboden durch eiserne und durch Steingutgefässe ersetzt. Die eisernen Gefässe erhielten innen einen auf die erwärmte Gefässwandung warm aufgetragenen Anstrich von Pech, dem zur Verminderung der Sprödigkeit bei Kälte ein wenig Terpentin zugesetzt war. Dieser Anstrich hat sich bis jetzt sehr gut bewährt. Die neuen Gefässe wurden in folgender, von den früher benutzten Zinkgefässen abweichender Konstruktion ausgeführt.

Die Gefässe tragen am Boden einen schräg nach oben gerichteten Stutzen a,[2]) dessen Oberkante etwa 7 *cm* über dem Boden des Gefässes liegt. Der obere Raum b für den Boden wird von dem unteren Raume c des Gefässes durch ein Sieb abgeschlossen, das möglichst genau an die Wandungen anschliesst und auf 3 abgestumpften Steingutkegeln d oder bei den eisernen auf 3 an dem Sieb befestigten Füssen ruht. Die seitlichen Handhaben der Steingutgefässe f sind durchlöchert, so dass, wie angedeutet, durch dieselben ein Drahtstab mit Ösen g von beliebiger Länge gesteckt werden kann; bei den eisernen treten an Stelle der Öffnungen Hülsen, in die die Drähte

[1]) M. Fleischer, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station 1891 S. 183.

[2]) Siehe S. 260.

gesteckt werden. Je nach Bedarf können an jedem Gefässe 4 derartige Stäbe angebracht werden, deren Ösen durch Bastfäden verbunden werden und zur Stütze der im Gefässe wachsenden Pflanzen dienen. Etwa aus den Gefässen absickerndes Wasser sammelt sich in dem Raume c und kann leicht durch den Tubus a quantitativ ausgegossen und auf die Oberfläche zurückgebracht werden. Das Eindringen von Staub kann durch Aufstülpen einer Kappe auf a verhütet werden. Die Gefässe bieten bei vorstehend beschriebener Einrichtung den Vorteil, dass sie auch für konstantes Wasserniveau eingerichtet werden können, indem a durch einen Stopfen, dessen Durchbohrung ein Wasserstandsrohr durchsetzt, geschlossen wird. Bei bestimmten Versuchen, namentlich mit grossen und schweren Gefässen dieser Art, ist es sehr wünschenswert und, wie die Versuche gezeigt haben, bei Moorboden mit bestem Erfolg möglich, an Stelle der Kontrolle des Wassergehaltes der Gefässe durch häufige Wägung die Einrichtung eines konstanten Grundwasserspiegels mittelst der beschriebenen Vorrichtung zu setzen.



I. Versuche mit Niederungsmoorboden.

1. Über die Wirkung stickstoffhaltiger Düngemittel (Stalldünger, Gründünger, Chilisalpeter) auf stickstoff- und kalkreichem Niederungsmoor im Jahre 1896 und 1897.

Als ein Hauptvorzug der stickstoffreichen Niederungsmoore vor den sehr viel stickstoffärmeren Hochmooren wird der Umstand betrachtet, dass jene unter gewöhnlichen Verhältnissen keine Stickstoffdüngung bedürfen. Vielfach bieten sie ja bekanntlich nach der Melioration den angebauten Gewässern so reiche Stickstoffnahrung, dass die Entwicklung namentlich der Halmfrucht dadurch in ungünstiger Weise beeinflusst wird. Die Erscheinung, dass auf sehr stickstoffreichen Mooren von alterprobter Ertragsfähigkeit, wie z. B. dem Cunrauer Moor, unter Umständen zu gewissen Früchten (Zuckerrüben) eine schwache Stickstoffdüngung in Form von Chilisalpeter günstig wirkt und sich bezahlt macht, sowie die vereinzelt laut gewordene Meinung, dass für bestimmte oder alle Niederungsmoore eine Stickstoffzufuhr, z. B. in Form von Stalldünger, empfehlenswert sei, gab die Veranlassung zu folgenden Versuchen. Einige Moorböden von verschiedener Herkunft und Beschaffenheit sollten daraufhin geprüft werden, wie sie sich unter den Bedingungen des Vegetationsversuches einer Stickstoffzufuhr gegenüber in ihrer Ertragsfähigkeit verhalten. Ferner wurde dabei die Lösung der Frage versucht, inwieweit der Stickstoff verschiedener

Moorböden unter den genau vergleichbaren Verhältnissen des Vegetationsversuches für die Pflanzenernährung gleichwertig ist.

Zu den Versuchen diente ein Moorboden aus dem Drömling in der Nähe von Cunrau, sowie zwei verschiedene Böden von der Moorkultur Mariawerth in Pommern; die Proben wurden von bisher nicht kultivierten Flächen entnommen. Von der letztgenannten Kultur wurde der gut zersetzte, völlig erdige Boden der Oberflächenschicht und der noch sehr wenig zersetzte, sperrige und faserige Boden der tieferen Lagen getrennt entnommen und jeder für sich zu den Versuchen benutzt.[1])

Die Zusammensetzung der drei Böden war folgende:

1. Moor aus dem Drömling bei *Cunrau*, im folgenden als *Cunrauer Moor* bezeichnet.

Schwarzbrauner, gut zersetzter, krümeliger und erdiger Moorboden mit kleinen Holzresten und einigen lebenden Pflanzenwurzeln.

In 100 Teilen der völlig trocken gedachten Moorsubstanz wurden gefunden:

Verbrennliche Stoffe	79,99
Stickstoff	2,52
Mineralstoffe	20,01
In Salzsäure Unlösliches	7,22
Kalk	6,10
Kali	0,08
Eisenoxyd und Thonerde	5,32
Magnesia	0,20
Phosphorsäure	0,26
Schwefelsäure	0,72

2. Moor von Mariawerth (grosses Friedländer Moor), bezeichnet *Friedländer Moor, gut zersetzt.*

Schwarzbraune, gut zersetzte, krümelige und erdige Moormasse mit vereinzelten, heller braun gefärbten, etwas weniger gut humifizierten Knöllchen durchsetzt. Nach dem Trocknen der Probe werden zahlreiche hellgraue Bröckchen von Wiesenmergel sichtbar.

[1]) Das Mariawerther Moor zeigt in seiner Bodenbeschaffenheit und in seiner Ertragsfähigkeit merkwürdige Erscheinungen (Br. Tacke, Mitt. d. Vereins z. F. d. Moork. 1894, 12, S. 339). Unter einer sehr gut zersetzten Oberflächenschicht lagern nahezu völlig unzersetzte Untergrundschichten. Es war von Interesse zu prüfen, wie sich diese verschiedenartigen Schichten bei den in Rede stehenden Vegetationsversuchen verhielten, umsomehr, als dadurch vielleicht auch Aufklärung über die Ursachen gewonnnen werden konnte, warum einzelne Früchte auf der genannten Kultur völlig versagten. Es scheint sich nachträglich allerdings bestätigt zu haben, dass die vom Verfasser geäusserte Vermutung, dass die Pflanzenwurzeln unter den natürlichen Anbauverhältnissen auf dem betreffenden Moore nicht in die unzersetzte Schicht eindringen und dass die Entwässerung ungenügend sei (Prot. d. Central-Moor-Kommission 36, 1896, S. 5), richtig ist und es dürfte daher diesen Umständen ein grosser Teil der Schuld an den Missernten zuzuschreiben gewesen sein. Immerhin war es von Interesse, zwei in ihrem Zersetzungszustand so verschiedene Böden gleicher Herkunft zu den zu beschreibenden Versuchen zu benutzen.

In 100 Teilen der Moortrockensubstanz wurden gefunden:

Verbrennliche Stoffe	79,24
Stickstoff	3,39
Mineralstoffe	20,76
In Salzsäure Unlösliches	12,14
Kalk	6,01
Kali	0,05
Eisenoxyd und Thonerde	1,54
Manganoxyduloxyd	0,09
Magnesia	0,20
Phosphorsäure	0,30
Schwefelsäure	0,31

3. Moor von Mariawerth, den tieferen, schlecht zersetzten Schichten entnommen, bezeichnet als *Friedländer Moor, schlecht zersetzt.*

In 100 Teilen der Moortrockensubstanz wurden gefunden:

Verbrennliche Stoffe	90,75
Stickstoff	2,87
Mineralstoffe	9,25
In Salzsäure Unlösliches	2,19
Kalk	5,17
Kali	0,04
Eisenoxyd und Thonerde	0,72
Manganoxyduloxyd	0,04
Magnesia	0,42
Phosphorsäure	0,16
Schwefelsäure	0,63

Zu den Versuchen dienten kleine Gefässe aus Zink von ca. 8 *l* Inhalt. Die Düngemittel wurden mit der Oberflächenschicht der Gefässe bis auf ca. 17 *cm* Tiefe innigst durchmischt. Die Grunddüngung bestand bei allen Gefässen gleichmässig aus 7,5 *g* Kainit und 6 *g* Thomasmehl (Kainit mit 13,12 % Kali; Thomasmehl mit 17,15 % Phosphorsäure, davon 15,54 % citratlöslich).

Die Differenzdüngung ergiebt sich aus folgendem Versuchsplane:

a) Cunrauer Moor.

	No.	No.
1. Ohne Stickstoff	201, 202	211, 212
2. Stalldünger	203, 204	213, 214
3. Gründünger	205, 206	215, 216
4. Chilisalpeter	207, 208	217, 218
5. Kalk (gebrannter)	209, 210	219, 220

Frucht für No. 201—210 *Hafer;* No. 211—220 *Gerste*

b) Friedländer Moor, gut zersetzt.

1. Ohne Stickstoff	221, 222	231, 232
2. Stalldünger	223, 224	233, 234
3. Gründünger	225, 226	235, 236

	No.	No.
4. Chilisalpeter	227, 228	237, 238
5. Kalk (gebrannter)	229, 230	239, 240

Frucht für No. 221—230 *Hafer;* No. 231—240 *Gerste*

c) Friedländer Moor, schlecht zersetzt.

1. Ohne Stickstoff	241, 242	251, 252
2. Stalldünger	243, 244	253, 254
3. Gründünger	245, 246	255, 256
4. Chilisalpeter	247, 248	257, 258
5. Kalk (gebrannter)	249, 250	259, 260

Frucht für No. 241—250 *Hafer;* No. 251—260 *Gerste.*

Zwei Gefässe No. 261 und 262 erhielten das Kali in Form von calciniertem kohlensaurem Kali. Die gesamte Moormenge betrug bei den Gefässen der einzelnen Reihen:

a) Cunrauer Moor,	1463,9 *g* Trockensubstanz	mit	36,84 *g* Stickstoff,
b) Friedländer „ gut zersetzt . .	1674,0 „ „	„	56,69 „ „
c) Friedländer Moor, schlecht zersetzt	724,2 „ „	„	20,75 „ „

Aus den in den gleich grossen und möglichst gleichmässig gefüllten Gefässen vorhandenen Trockensubstanzmengen geht sehr deutlich hervor, wie das schlecht zersetzte, sperrige Friedländer Moor wenig dicht gelagert ist.

Die Düngung mit Stickstoff in verschiedener Form und mit Kalk erfolgte in den 3 Reihen gleichmässig. Auf ein Gefäss wurden verabfolgt:

100 *g* Stalldünger, enthaltend . . 0,534 *g* Stickstoff,
davon in wasserlöslicher Form . . 0,327 „ „

Der Gehalt des Düngers an wasserlöslichem Stickstoff betrug ca. 61 % des Gesamtstickstoffes. Er war durch Zusatz von Harn absichtlich erhöht worden, damit ähnliche Mengen wasserlöslichen Stickstoffes wie im Chilisalpeter in Stalldünger zugeführt wurden.

Als Gründünger wurde verwendet junger Winterroggen, nnd zwar pro Gefäss 66 *g* mit 0,523 *g* Stickstoff.

Der Chilisalpeter wurde in 3 Portionen am 22. April, 5. Mai und 16. Mai 1896 von je 0,1 *g* Stickstoff, insgesamt 0,300 *g* Stickstoff in Lösung zugeführt. Die Düngung mit Chilisalpeter entspricht nach der Fläche umgerechnet ca. 60 *kg* Stickstoff pro Hektar. An Kalk wurden den betreffenden Gefässen 8 *g* in Form von reinem, gebranntem Kalk gegeben. Die organischen, stickstoffhaltigen Düngemittel, ebenso der Kalk wurden mit der Oberflächenschicht der Gefässe sorgfältig vermischt.

Die Entwicklung der Versuchspflanzen wurde leider durch tierische Schädlinge (Thrips cerealium) geschädigt. Von vornherein traten zwischen den verschiedenen Düngungen starke Unterschiede auf, die auch bis zur Beendigung der Versuche bestehen blieben. Eine Ermittlung der Ernte auf den Gefässen No. 231—240 ist nicht vorgenommen worden. Während des Verlaufes der Versuche wurden über die Entwicklung folgende Beobachtungen gemacht:

28. Mai 1896: Gefässe No. 205 und 206 besser, als No. 207 und 208; No. 209 und 210 sind zurück; No. 211—214 sehr blasse Pflanzen; No. 215—218 sehr üppig entwickelt; No. 219 und 220 fast so weit zurück, wie No. 211—214; No. 221—230 gut; No. 231 und 232 blass; No. 233 und 234 etwas blass gefärbt; No. 241—250 ziemlich gut; No. 251 und 252 ziemlich blassgrün; No. 253 und 254 etwas besser; No. 255—258 gut; No. 259—262 ziemlich bleich.

13. Juni 1896: Auf dem Cunrauer Moore steht Hafer und Gerste schlechter, als auf dem Friedländer Moore, gut zersetzt. Die Wirkung der Gründüngung tritt beim Cunrauer Moore deutlich hervor, weniger bei dem Friedländer gut zersetzten Moore, etwas stärker bei dem schlecht zersetzten Moore gleichen Ursprungs; die des Stalldüngers ist geringer, als diejenige des Gründüngers.

Die photographischen Aufnahmen auf den Tafeln No. VI bis X stammen vom 7. Juli 1896. Die starke Schädigung durch den Getreideblasenfuss tritt auf einzelnen Gefässen, z. B. No. 207, sehr stark hervor.

Das Ergebnis der Ernteermittlung ist in den folgenden Tabellen zusammengestellt, ebenso die Zahlen für den Gehalt der Ernte an Stickstoff und die aus den Einzelversuchen berechneten Mittelwerte.[1])

Nummer	Differenzdüngung	Ertrag an Trockensubstanz *g*			Durchschnittsertrag an Trockensubstanz *g*			Stickstoffgehalt %		Stickstoff in der Ernte *g*			Mittlerer Gehalt der Ernte an Stickstoff *g*	Ertrag o. Stickstoff an Trockensubst. = 100
		Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh		
	a) Cunrauer Moor. Hafer.													
201	0 Stickstoff	5,57	10,53	16,10	6,11	10,83	16,94	1,95	0,57	0,109	0,060	0,169	0,179	100
202		6,66	11,13	17,79				2,04	0,48	0,136	0,053	0,189		
203	Stalldünger	9,80	16,70	26,50	9,54	16,54	26,08	1,86	0,44	0,182	0,073	0,255	0,257	153
204		9,29	16,37	25,66				1,95	0,48	0,181	0,079	0,260		
205	Gründünger	11,28	28,45	39,73	11,70	28,72	40,42	2,21	0,78	0,249	0,222	0,471	0,459	239
206		12,13	28,98	41,11				2,08	0,67	0,252	0,195	0,447		
207	Chilisalpeter	4,58	24,12	28,70	5,23	24,51	29,74	2,06	0,99	0,094	0,240	0,334	0,324	176
208		5,88	24,91	30,79				1,65	0,87	0,097	0,217	0,314		
209	0 Stickstoff u. Kalk	7,17	14,46	21,63	7,45	14,06	21,51	1,98	0,47	0,142	0,069	0,211	0,206	127
210		7,74	13,65	21,39				1,89	0,40	0,146	0,055	0,201		
	a) Cunrauer Moor. Gerste.													
211	0 Stickstoff	10,53	12,00	22,53	10,89	12,39	23,28	1,56	0,53	0,164	0,064	0,228	0,226	100
212		11,24	12,79	24,03				1,46	0,47	0,164	0,060	0,224		
213	Stalldünger	14,97	16,36	31,33	15,95	16,89	32,84	1,48	0,41	0,222	0,067	0,289	0,309	141
214		16,94	17,42	34,36				1,54	0,39	0,261	0,068	0,329		
215	Gründünger	22,48	30,40	52,88	23,24	30,20	53,44	1,61	0,49	0,362	0,148	0,510	0,516	229
216		24,01	30,00	54,01				1,62	0,44	0,389	0,132	0,521		
217	Chilisalpeter	20,01	24,12	44,13	20,76	24,77	45,53	1,69	0,49	0,338	0,119	0,457	0,453	195
218		21,52	25,41	46,93				1,61	0,41	0,346	0,103	0,449		
219	0 Stickstoff u. Kalk	11,64	13,35	24,99	11,95	13,83	25,78	1,63	0,42	0,190	0,056	0,246	0,257	111
220		12,26	14,32	26,58				1,64	0,48	0,201	0,068	0,269		

[1]) Die Gerste auf dem gut zersetzten Friedländer Moore hatte so sehr durch den Getreideblasenfuss gelitten, dass von einer Ermittlung abgesehen werden musste.

b) Friedländer Moor, gut zersetzt. Hafer.

Nummer	Differenzdüngung	Ertrag an Trockensubstanz g: Korn	Stroh	Korn und Stroh	Durchschnittsertrag an Trockensubstanz g: Korn	Stroh	Korn und Stroh	Stickstoffgehalt %: Korn	Stroh	Stickstoff in der Ernte g: Korn	Stroh	Korn und Stroh	Mittlerer Gehalt der Ernte an Stickstoff g	Ertrag o. Stickstoff an Trockensubst. = 100
221	0 Stickstoff	6,10	56,64	62,74	6,50	57,03	63,53	1,57	0,82	0,096	0,467	0,563	0,578	100
222		6,90	57,42	64,32				1,63	0,84	0,112	0,481	0,593		
223	Stalldünger	7,70	63,41	71,11	7,63	62,70	70,33	1,68	0,80	0,129	0,508	0,637	0,626	111
224		7,56	62,00	69,56				1,76	0,78	0,133	0,482	0,615		
225	Gründünger	7,03	72,07	79,10	6,44	73,40	79,84	1,50	1,04	0,105	0,748	0,853	0,856	126
226		5,85	74,74	80,59				1,40	1,04	0,082	0,776	0,858		
227	Chilisalpeter	7,16	70,30	77,46	7,29	72,04	79,33	1,59	0,98	0,114	0,690	0,804	0,799	125
228		7,43	73,78	81,21				1,62	0,91	0,120	0,674	0,794		
229	0 Stickstoff u. Kalk	6,55	65,04	71,59	6,99	64,60	71,56	1,66	0,84	0,109	0,550	0,659	0,644	113
230		7,44	64,17	71,61				1,71	0,78	0,127	0,502	0,629		

c) Friedländer Moor, schlecht zersetzt. Hafer.

Nummer	Differenzdüngung	Ertrag an Trockensubstanz g: Korn	Stroh	Korn und Stroh	Durchschnittsertrag an Trockensubstanz g: Korn	Stroh	Korn und Stroh	Stickstoffgehalt %: Korn	Stroh	Stickstoff in der Ernte g: Korn	Stroh	Korn und Stroh	Mittlerer Gehalt der Ernte an Stickstoff g	Ertrag o. Stickstoff an Trockensubst. = 100
241	0 Stickstoff	6,50	41,93	48,43	6,13	40,64	46,77	1,58	0,49	0,103	0,207	0,310	0,292	100
242		5,77	39,34	45,11				1,56	0,47	0,090	0,184	0,274		
243	Stalldünger	8,15	53,77	61,92	9,11	52,87	61,98	1,87	0,45	0,152	0,240	0,392	0,422	132
244		10,08	51,97	62,05				1,84	0,51	0,185	0,267	0,452		
245	Gründünger	7,03	65,33	72,36	7,70	65,33	73,03	1,53	0,63	0,108	0,414	0,522	0,506	156
246		8,38	65,32	73,70				1,61	0,70	0,135	0,455	0,590		
247	Chilisalpeter	6,13	59,03	65,16	7,02	59,58	66,60	1,49	0,58	0,091	0,344	0,435	0,453	142
248		7,91	60,13	68,04				1,63	0,57	0,129	0,342	0,471		
249	0 Stickstoff u. Kalk	4,47	44,98	49,45	4,62	44,11	48,73	1,44	0,65	0,064	0,292	0,356	0,337	104
250		4,77	43,24	48,01				1,48	0,57	0,071	0,248	0,319		

c) Friedländer Moor, schlecht zersetzt. Gerste.

Nummer	Differenzdüngung	Ertrag an Trockensubstanz g: Korn	Stroh	Korn und Stroh	Durchschnittsertrag an Trockensubstanz g: Korn	Stroh	Korn und Stroh	Stickstoffgehalt %: Korn	Stroh	Stickstoff in der Ernte g: Korn	Stroh	Korn und Stroh	Mittlerer Gehalt der Ernte an Stickstoff g	Ertrag o. Stickstoff an Trockensubst. = 100
251	0 Stickstoff	8,54	32,63	41,17	8,65	31,43	40,08	1,89	0,52	0,161	0,167	0,328	0,318	100
252		8,76	30,23	38,99				1,91	0,47	0,167	0,142	0,309		
253	Stalldünger	12,46	44,33	56,79	13,49	43,58	57,07	1,97	0,49	0,245	0,216	0,461	0,461	142
254		14,52	42,83	57,35				1,96	0,41	0,285	0,176	0,461		
255	Gründünger	10,72	53,98	64,70	21,13	50,69	71,82	2,34	0,67	0,251	0,362	0,613	0,662	179
256		31,53	47,41	78,94				1,67	0,39	0,527	0,185	0,712		
257	Chilisalpeter	4,51	47,63	52,14	5,10	50,28	55,38	2,14	0,73	0,097	0,346	0,443	0,491	138
258		5,70	52,93	58,63				2,16	0,78	0,123	0,416	0,539		
259	0 Stickstoff u. Kalk	2,03	36,15	38,18	1,66	35,06	36,72	1,89	0,79	0,038	0,285	0,323	0,310	92
260		1,30	33,97	35,27				1,89	0,80	0,025	0,273	0,298		
261	0 Stickstoff u. Kalk, kohlens. Kali statt Kainit	4,67	31,37	36,04	3,66	32,28	35,94	1,77	0,62	0,083	0,195	0,278	0,279	90
262		2,66	33,19	35,85				1,83	0,70	0,049	0,232	0,281		

Es mögen im Anschluss hieran zunächst die Resultate der mit denselben Böden im Jahre 1897 angestellten Versuche folgen, um daran eine Besprechung der sämtlichen Ergebnisse schliessen zu können.

Nach der Ernte des Jahres 1896 standen die Gefässe während des Winters in dem nichtgeheizten Gewächshause und wurden am 6. April 1897 alle mit Thomasmehl und Kainit, ferner dieselben Gefässe wie im Vorjahre mit Stalldünger und Gründünger gedüngt, eine Kalkung wurde nicht wiederholt. Die Grunddüngung bestand in 4 *g* Thomasmehl und 6 *g* Kainit derselben Beschaffenheit wie im Vorjahre. Der Plan war derselbe, wie er S. 262 u. 263 mitgeteilt worden ist. 100 *g* Stalldünger, die für die Gefässe No. 203, 204, 213, 214, 223, 224, 233, 234, 243, 244, 253 und 254 verwendet wurden, enthielten

0,411 *g* Stickstoff,

37 *g* Gründünger für die Gefässe No. 205, 206, 215, 216, 225, 226, 235, 236, 245, 246, 255 und 256 ebenfalls

0,411 *g* Stickstoff.[1])

Die Düngemittel wurden wie im Vorjahre innigst mit der Oberflächenschicht bis zu 20 *cm* Tiefe vermischt.

Chilisalpeter wurde den betreffenden Gefässen in Lösung zugeführt und zwar 0,1 *g* Stickstoff pro Gefäss am 7. Mai, 0,2 *g* am 5. Juli 1897, insgesamt 0,3 *g* Stickstoff. Versuchspflanze war die *Klein-Wanzlebener Zuckerrübe.* Am 23. April wurde jedes Gefäss mit 3 Knäuel besät. Die Zahl der sich entwickelnden Pflänzchen wurde in dem Masse, wie sie sich entwickelten, immer stärker vermindert, bis schliesslich nur noch eine Pflanze in jedem Vegetationsgefässe übrig blieb. Nur in einigen Fällen wurde eine kräftigere Pflanze von einem Gefässe auf das andere überpiquiert. Während der Vegetationszeit sind folgende Beobachtungen notiert worden:

1. Mai 1897: Rüben gehen auf. 26. Mai: Zahl in jedem Gefässe auf 3 Pflanzen ermässigt. 8. Juni: Einzelne Pflanzen durch Wind beschädigt. 14. Juni: In jedem Gefässe die Zahl auf 1 Pflanze erniedrigt. 13. Juli: Einige Pflanzen zeigen Blütentriebe (No. 227 und 228), die abgeschnitten werden. 16. Juli: *Photographische Aufnahme der Gefässe.* Derselben ist die der geernteten Rüben am Ende des Versuches gleich beigefügt (s. Tafel XI bis XIII). Die Unterschiede in der Entwicklung der Pflanzen sind namentlich auf dem schlecht zersetzten Friedländer Moore und auf dem Cunrauer recht gross.

Um die bei der Entwicklung nur einer Versuchspflanze in jedem Gefässe unvermeidlichen grösseren Schwankungen zwischen den Kontrollgefässen auszugleichen, sind von 4 gleichgedüngten Gefässen bei der Ernte die Rüben vereinigt worden und die Ermittlung der Trockensubstanz und des Zuckergehaltes in je einer sorgfältig aus den 4 Rüben genommenen Durchschnittsprobe vorgenommen worden. Das Ergebnis dieser Ermittlungen ist in den nachfolgenden Tabellen enthalten. Der Zuckergehalt wurde polarimetrisch ermittelt. Die Erträge beziehen sich auf geköpfte Rüben.

[1]) Eine Bestimmung des wasserlöslichen Stickstoffes im Stalldünger ist leider unterblieben. Der Dünger wird, da er nicht mit Harn besonders versetzt wurde, ärmer an wasserlöslichem Stickstoff gewesen sein, als im Jahre 1896.

Nummer der Gefässe	Differenz-düngung	Ertrag in 4 Gefässen an Rüben *g* frisch	Ertrag in 4 Gefässen an Rüben *g* trocken	Mittlerer Ertrag in 1 Gefäss an Rüben *g* frisch	Mittlerer Ertrag in 1 Gefäss an Rüben *g* trocken	Ertrag ohne Stickstoff, Düngung = 100	Gehalt an Zucker in den Rüben % frisch	Gehalt an Zucker in den Rüben % trocken	Zuckerertrag pro Gefäss *g*	Ertrag an Zucker ohne Stickstoff = 100
a) Cunrauer Moor.										
201/2, 211/12	Ohne Stickstoff	360,5	82,21	90,1	20,55	**100**	14,69	64,42	13,24	**100**
203/4, 213/14	Stalldünger	520,2	116,74	130,1	29,19	**142**	15,83	70,54	20,59	**156**
205/6, 215/16	Gründünger	533,1	123,61	133,3	30,90	**150**	15,72	67,80	20,95	**158**
207/8, 217/18	Chilisalpeter	583,6	131,86	145,9	32,97	**160**	15,86	70,19	23,14	**175**
209/10, 219/20	Ohne Stickstoff Kalk	427,5	96,22	106,9	24,06	**117**	14,86	66,02	15,89	**120**
b) Friedländer Moor, gut zersetzt.										
221/22, 231/32	Ohne Stickstoff	670,0	141,20	167,5	35,30	**100**	15,62	74,12	26,16	**100**
223/24, 233/34	Stalldünger	698,2	159,89	174,6	39,97	**113**	15,86	69,26	27,69	**106**
225/26, 235/36	Gründünger	708,4	155,86	177,1	38,97	**110**	15,51	70,49	27,47	**105**
227/28, 237/38	Chilisalpeter	763,6	166,05	190,9	41,51	**118**	15,08	69,35	28,79	**110**
229/30, 239/40	Ohne Stickstoff Kalk	535,1	116,70	133,8	29,18	**83**	15,06	69,05	20,15	**77**
c) Friedländer Moor, früher schlecht zersetzt.										
241/42, 251/52	Ohne Stickstoff	60,6	12,27	15,2	3,07	**100**	12,69	62,67	1,93	**100**
243/44, 253/54	Stalldünger	168,7	36,75	42,2	9,19	**299**	13,43	61,65	5,67	**294**
245/46, 555/56	Gründünger	281,9	65,20	70,5	16,30	**531**	13,47	58,24	9,50	**492**
247/48, 257/58	Chilisalpeter	265,2	57,83	66,3	14,46	**471**	14,91	68,38	9,89	**512**
249/50, 259/60	Ohne Stickstoff Kalk	86,4	18,96	21,6	4,74	**176**	13,11	59,74	2,83	**147**
261/62	Ohn. Stickst., 1896 kohlens. Kali[1]	62,1	16,41	31,1	8,21	**267**	14,34	54,27	4,46	**231**

Trotz der Schädigung des Körnerertrages im Jahre 1896 durch den Getreideblasenfuss ist das Ergebnis der Versuche sehr deutlich, ebenso im Jahre 1897.

Was zunächst dasjenige des Jahres 1896 betrifft, so fällt es auf, dass der Ertrag auf den verschiedenen Böden so ausserordentlich verschieden ist und dass diese Verschiedenheiten nicht in der erwarteten Richtung liegen. Die Schädigung durch den Getreideblasenfuss kann die Differenzen zwischen den Erträgen der verschiedenen Böden an Gesamt-Trockensubstanz nicht wesentlich beeinflusst haben, da sie sich auf alle ziemlich gleichmässig und wesentlich auf den Kornansatz erstreckte. Die Unterschiede traten zwischen den verschiedenen Böden zudem von vonherein vor dem Eintritt der Schädigung durch das Insekt sehr deutlich hervor und bleiben auch danach während der ganzen Versuchsdauer ziemlich konstant. Nach den

[1]) Zwei Gefässe.

Ergebnissen der chemischen Analyse und den übrigen für die Beurteilung von Moorböden nach ihrer äusseren Beschaffenheit üblichen Grundsätzen, die sich allerdings zu einem grossen Teil leider weniger auf exakte Versuche, als auf eine Summe von praktischen Erfahrungen stützen können, würde man dem gut zersetzten Friedländer Moore der Qualität nach die erste Stelle zuerkannt haben, die zweite dem Cunrauer und die dritte dem schlecht zersetzten Friedländer Moorboden. Bei dem natürlichen grossen Reichtume an wichtigen Pflanzennährstoffen würde man jedoch von vornherein nicht geneigt gewesen sein, bei den äusserlich in ihrer Humifikation anscheinend gleichweit vorgeschrittenen Böden a und b grosse Unterschiede im Ertrage zu erwarten, dagegen bei dem schlecht zersetzten, in dem Zerfalle der moorbildenden Teile sehr wenig vorgeschrittenen Moorboden c eine starke Depression des Ertrages gegenüber den anderen als wahrscheinlich zu bezeichnen. Das Ergebnis des Versuches stimmt hiermit sehr wenig überein. Da die mit den verschiedenen Böden beschickten Gefässe unmittelbar neben- und durcheinander, zum Teil auf denselben Wagen des Vegetationshauses standen, gleichmässig mit allen übrigen Nährstoffen (Kali, Phosphorsäure) und mit Wasser versorgt waren und nach allen für exakte vergleichende Vegetationsversuche nötigen Versuchsmassnahmen behandelt wurden, so sind wir berechtigt, die Unterschiede, die zwischen den auf den verschiedenen Böden gewonnenen Erträgen bei derselben Fruchtart auftreten, auf die Beschaffenheit des Bodens zurückzuführen. Die Wirkung des Bodens auf die in demselben stockenden Pflanzen setzt sich zusammen aus der einer grossen Reihe bekannter und unbekannter Faktoren. Die Erscheinung, dass bei allen Böden eine Stickstoffdüngung z. B. in Form von Chilisalpeter eine wenn auch ungleiche Wirkung auf den Ertrag ausübt, und die Stärke dieser Wirkung, die um so grösser ist, je geringer der Ertrag des nicht mit Stickstoff gedüngten Bodens ist, lassen es jedoch zunächst als wahrscheinlich erscheinen, dass die Höhe der Produktion auf den einzelnen Böden durch das Quantum an für die Pflanzen zugänglicher Stickstoffnahrung in erster Linie bestimmt worden ist. Der Moorboden enthält den Stickstoff bis auf kleine Mengen Ammoniak und Salpetersäure in Form von organischen Verbindungen, so dass es sehr wohl denkbar ist, dass trotz des hohen Gehaltes an Stickstoff auf einem derartigen Boden die Pflanzen nicht ausreichend mit Stickstoffnahrung versehen werden, wenn nicht die nötige Menge aufnehmbarer Stickstoffnahrung durch die bekannten Prozesse gebildet wird. Dass unter günstigen Bedingungen die Menge der den Pflanzen zufliessenden Stickstoffnahrung sehr gross sein kann, lehren die hierüber vorliegenden Untersuchungen und die Erfahrungen der Praxis. Auch bei den Untersuchungen über die Zusammensetzung von Sickerwasser aus Moorboden wurden in demjenigen aus Niederungsmoor recht erhebliche Mengen von Stickstoff in Form von Salpetersäure gefunden (s. w. u.). Unter Bedingungen, die für die Nitrifikation nicht günstig sind, können die Mengen gebildeter Salpetersäure jedoch so klein sein, dass auf diese angewiesene Pflanzen nicht genügend mit Stickstoff ernährt werden.

Von den vielen Ursachen, die an diesem unerwünschten Vorgange beteiligt sein können, kann ein Teil auf die Beschaffenheit der stickstoffhaltigen Substanzen an sich zurückgeführt werden. Es sind ja stickstoffhaltige Körper bekannt (Chitin, Nuclein), deren Stickstoffverbindungen verhältnismässig schwer zersetzt werden, die also auch der Umwandlung in Salpetersäure einen starken Widerstand entgegensetzen. Ferner werden auch die übrigen stickstoffhaltigen und leichter zersetzlichen Substanzen des Moorbodens sich bei den Zersetzungsvorgängen im Boden nicht gleich verhalten. Bestimmte stickstoffhaltige Humusverbindungen scheinen z. B. besonders schwer zersetzlich zu sein, und auch in verschiedenen Moorböden werden die verschiedenen stickstoffhaltigen Körper je nach ihrer chemischen Konstitution leichter oder schwerer nitrifizierbar sein, so dass Unterschiede in der Fähigkeit der verschiedenen Moorböden, den Pflanzen Stickstoffnahrung zu liefern, sehr wohl denkbar und wahrscheinlich sind, die unabhängig von dem Gesamtquantum des vorhandenen Stickstoffs auf der Art der Stickstoffkörper beruhen.

Sehr nahe liegt zweitens die Annahme, dass die Bedingungen physikalischer, chemischer und biologischer Art für die Bildung von Salpetersäure in verschiedenen Böden sehr verschieden sein können, so dass bei gleichartiger Beschaffenheit der stickstoffhaltigen Körper in verschiedenen Böden doch grosse Unterschiede in der Menge von gebildeter Salpetersäure und infolgedessen in dem Wachstume der auf diese angewiesenen Pflanzen eintreten können. Die Prozesse im Boden, welche Salpetersäure liefern, und die, welche Salpetersäure zerstören, sind trotz eifriger und umfangreicher Forschung in vielen wesentlichen Punkten noch vollkommen dunkel. Nach übereinstimmenden Befunden ist für den Verlauf des Nitrifikationsprozesses jedoch der Zutritt von Luft von grosser Bedeutung. Wird durch zu dichte Lagerung oder durch übergrossen Gehalt des Bodens an Wasser die Luftzirkulation in demselben erschwert, so wird dadurch die Nitrifikation ungünstig beeinflusst und möglicherweise die Thätigkeit der denitrifizierenden Bakterien, die eine Zerstörung der entstandenen Salpetersäure verursachen, gefördert werden. Dass ähnliche Vorgänge bei dem Vegetationsversuche im Jahre 1896 in den verschiedenen Versuchsböden sich geltend gemacht haben, wird durch folgendes wahrscheinlich. Der Boden des Cunrauer Moores war nach der gewöhnlichen Auffassung als gut zersetzt zu bezeichnen, hatte jedoch nicht die vollkommene Krümelstruktur, wie das gut zersetzte Friedländer Moor. Es zeigte sich das namentlich bei dem Anfeuchten des Bodens. Das letztgenannte blieb völlig porös und feinkrümelig, während das Cunrauer Moor sich zusammenschlemmte und verdichtete. Bei dem sperrigen, schlecht zersetzten Friedländer Moore wurde die Lagerung des Bodens durch Begiessen sichtlich nicht verändert. Entsprechend den bei Vegetationsversuchen mit Hochmoorböden gemachten Erfahrungen wurde auch bei solchen mit Niederungsmoorböden während des Versuches der Boden nahezu mit Feuchtigkeit gesättigt gehalten. Die nachträglich ausgeführten, weiter unten mitgeteilten Versuche über das Optimum des Wasser-

gehaltes bei Vegetationsversuchen mit Hoch- und Niederungsmoorböden machen es jedoch wahrscheinlich, dass bei nahezu völliger Sättigung des Niederungsmoorbodens mit Wasser bei Vegetationsversuchen bei gewissen Böden bereits das Optimum überschritten ist. In erster Linie scheint sich die dadurch verursachte ungünstige Veränderung der Bodenverhältnisse in der Stickstoffernährung der Gewächse bemerkbar zu machen. (Siehe die betreffenden Versuche w. u.) Die Folgen eines zu hohen Wassergehaltes im Boden werden um so verhängnisvoller sein, je grösser die Neigung des Bodens an sich ist, sich dicht zu lagern, je unvollkommener seine Krümelung ist. Als weitere Stütze für die gegebene Erklärung kann das Resultat eines Versuches dienen, bei dem ermittelt wurde, wie viel Salpetersäure auf 100 *g* trockener Moorsubstanz in den einzelnen Böden gebildet wurde:

a) wenn die Böden nicht übermässig angefeuchtet waren und locker lagerten;

b) nach stärkerem Anfeuchten,[1]) ähnlich, wie bei den Vegetationsversuchen.

Die absoluten Zahlen, die den in Form von Salpetersäure vorhandenen Stickstoff auf 100 *g* Moortrockensubstanz angeben, sowie die Verhältniszahlen, wenn die Mengen im Cunrauer Moore = 100 gesetzt werden, sind hierunter zusammengestellt:

	In nicht sehr feuchtem Zustande		In feuchtem Zustande	
Cunrauer Moor	0,0351 *g*	100	0,0198 *g*	100
Friedländer Moor, schlecht zersetzt	0,0287 „	82	0,0453 „	229
„ „ gut zersetzt . .	0,0566 „	161	0,0627 „	317

Die Energie der Nitrifikation ist in dem mit Wasser getränkten Moore eine andere, als in dem weniger feuchten und besser der Luft zugänglichen Boden. In dem Cunrauer Moore ist vielleicht eine teilweise Denitrifikation der Salpetersäure eingetreten. Die Unterschiede in dem feuchten Boden liegen in derselben Richtung, wie die bei den Erträgen des Vegetationsversuches, wenn sie ihnen auch nicht genau entsprechen. Die Zahlen für den Ertrag an Gesamttrockensubstanz, die Verhältniszahlen für denselben und die für die Energie der Nitrifikation in dem stärker angefeuchteten Boden sind hierunter zusammengefasst:

		Cunrauer Moor	Friedländer Moor, gut zersetzt	Friedländer Moor, schlecht zersetzt
Ertrag an Trockensubstanz ohne Stickstoffdüngung	Hafer	16,94 *g*	63,53 *g*	46,77 *g*
		100	370	276
	Gerste	23,28 *g*	— *g*	40,08 *g*
		100	—	172
Energie der Nitrifikation in dem stark feuchten Moore		100	317	229

[1]) Die Einzelheiten der Versuche werden gelegentlich der Veröffentlichung einer noch nicht abgeschlossenen Untersuchung mitgeteilt werden.

Je ungünstiger sich nun die Bedingungen für den Übergang des Moorstickstoffes in aufnehmbare Stickstoffnahrung in den verschiedenen Böden beim Vegetationsversuche gestaltet haben, desto stärker tritt die Wirkung der Chilisalpeterdüngung hervor. Sie beträgt bei den 3 Böden, wenn der Ertrag der nicht mit Stickstoff gedüngten Gefässe = 100 gesetzt wird, beim

Cunrauer Moore	gut zersetzten Friedländer Moore	schlecht zersetzten Friedländer Moore
176—195	125	138—142

Kalk, in Form von gebranntem Kalk, bewirkt bei dem Cunrauer Moore und dem gut zersetzten Friedländer Moore eine geringe Erhöhung des Ertrages, auf dem schlecht zersetzten Friedländer Moore bei Hafer eine kaum die Fehlergrenzen übersteigende Vermehrung, bei Gerste eine etwas stärkere Verminderung der Ernte. Dem Ergebnisse im letzteren Falle ist jedoch mit Rücksicht auf die starke Schädigung des Körneransatzes kein besonderes Gewicht beizulegen. Kohlensaures Kali, von dem gerade mit Rücksicht auf die ihm zugeschriebene Fähigkeit, die Nitrifikation zu befördern, auf dem noch wenig humifizierten Friedländer Moore eine günstige Wirkung erwartet wurde, hat eine solche hier nicht geäussert. Der Körneransatz war hier allerdings auch nahezu völlig durch den Schädling verhindert worden. Diese Schädigung des Vegetationsversuches ist leider ein Hindernis für weitergehende Schlüsse aus den Ergebnissen der beschriebenen Versuche. Der ausserordentlich günstige Einfluss einer Gründüngung und der, wenn auch geringere, der Stalldüngerzufuhr kann jedoch ebensowenig, wie der des Chilisalpeters, durch den nicht ganz programmmässigen Verlauf des Versuches verdeckt werden. Derselbe trat von Anfang an hervor und blieb während des ganzen Versuches anscheinend in den einzelnen Böden in demselben Verhältnisse bestehen.

Die Gründüngung besonders hat durch ihre sperrige Beschaffenheit die Lagerung der Bodenoberfläche wesentlich verändert und die Wirkung dieser Bodenlockerung wird nicht zum kleinsten Teil mit zu dem besseren Gedeihen der Versuchspflanzen beigetragen haben. Sie ist um so grösser, je stärker der Boden auf die Stickstoffdüngung mit Chilisalpeter reagiert hat, am stärksten im Cunrauer Moor, am schwächsten im gut zersetzten Friedländer Moor. Wir müssen annehmen, dass die Gründüngung nicht allein eine ernährende Wirkung ausgeübt hat, sondern eine stark ins Gewicht fallende Nebenwirkung dadurch, dass sie den feuchten Boden lockerer und für Luft durchlässiger gemacht und dadurch die Nitrifikation des Bodenstickstoffes um so mehr gefördert hat, je ungünstiger sich dieselbe in dem dichtgelagerten Boden gestaltete. Es ist jedenfalls nach allem, was wir über die Wirkung von Stickstoff in Form von Gründünger wissen, nicht wahrscheinlich, dass 0,523 *g* Stickstoff in Form von Gründünger eine viel bessere Wirkung ausüben als 0,300 *g* Salpeterstickstoff, wie es z. B. bei dem Versuch mit Hafer auf Cunrauer Moor geschehen ist. Auf den weniger undurchlässigen Böden, wie den beiden aus dem Friedländer Moor,

ist die Wirkung der Gründüngung der der Salpeterdüngung nicht oder doch sehr viel weniger überlegen, als auf dem Cunrauer Moor. Die Wirkung des Stalldüngers steht in der Mehrzahl der Fälle hinter der des Chilisalpeters und erst recht hinter derjenigen der Gründüngung zurück, obwohl er einen besonders hohen Gehalt an wasserlöslichem Stickstoff besass. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass der günstige Einfluss der Bodenlockerung durch den Eintritt denitrifizierender Prozesse zum Teil wieder aufgehoben worden ist.

Die auf S. 267 zusammengestellten Ergebnisse des 2. Versuchsjahres weichen in verschiedener Richtung von denen des 1. Jahres ab. Wir beobachten wiederum eine deutliche Wirkung der Stickstoffdüngung; dieselbe ist am kleinsten, wie im 1. Versuchsjahr, auf dem gut zersetzten Friedländer Moor, stärker auf dem Cunrauer und ausserordentlich stark auf dem ursprünglich schlecht zersetzten Friedländer Moor. Aber selbst mit Hülfe der Stickstoffdüngung gelang es hier nicht, eine befriedigende Ernte an Rüben noch an Zucker zu erlangen. Der ursprünglich schlecht zersetzte Boden des Friedländer Moores war allerdings im Laufe des 1. Versuchsjahres so stark humifiziert worden, dass er äusserlich sich nur wenig von dem von vornherein gut zersetzten Boden unterschied. Wäre er im 1. Jahre in dem Zustande des 2. Jahres eingeschickt worden, so würde er in seiner physikalischen Beschaffenheit ähnlich günstig wie der gut zersetzte gekennzeichnet worden sein. Wir sind jedoch zu der Annahme gezwungen, dass die Beschaffenheit des Bodens im 2. Jahre empfindlicheren Pflanzen wie den Zuckerrüben doch sehr wenig zugesagt hat, so dass selbst bei ausreichender Düngung mit allen Pflanzennährstoffen kein befriedigender Ertrag auf demselben erzielt werden konnte. Infolgedessen steht der ursprünglich schlecht zersetzte Boden des Friedländer Moores weit hinter den übrigen Böden in seinem Ertrage an Rüben und Zucker in denselben zurück. Auf dem Cunrauer Moor ist unter den Verhältnissen des Vegetationsversuches die Erhöhung an Erntemasse und Zucker in derselben durch Stickstoffdüngung viel grösser, als sie auf den nahe der Entnahmestelle des geprüften Bodens liegenden Rimpau'schen Kulturen beachtet worden ist.[1]) Im Gegensatz zu den Resultaten des Jahres 1896 ist jedoch die Wirkung der gleichen Menge Stickstoff in Form von Gründüngung geringer, als in Form von Salpeter, ebenso auf dem gut zersetzten Friedländer Moor, und die des Stalldüngers steht derjenigen des Gründüngers ziemlich nahe, während sie im Jahre 1896 auf dem Cunrauer Moor sehr weit hinter der des Gründüngers zurückblieb. Der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens der Vegetationsgefässe war im 2. Versuchsjahre annähernd derselbe, wie im ersten. Anscheinend war die physikalische Bodenbeschaffenheit des Cunrauer Moores günstig verändert und der ursprünglich etwas dichte Zustand mehr in einen krümeligen übergegangen, so dass die Bodenlockerung durch die Gründüngung im 2. Jahre nicht mehr die Bedeutung für das Gedeihen der Pflanzen hatte, wie im 1. Jahre. Die Wirkung derelben würde dann vor-

[1]) Berger, General-Versammlung des Vereins z. Förderung der Moorkultur 1894, Mitteilungen des Vereins z. Förderung der Moorkultur 1894, 12, S. 98.

wiegend die einer Stickstoffdüngung gewesen sein, ebenso beim Stalldünger. Nitrifikationsversuche, wie im 1. Versuchsjahr, konnten leider aus Mangel an Boden ohne Schädigung der Versuche selbst nicht ausgeführt werden. Die Stickstoffdüngung hat auf dem Cunrauer Boden den prozentischen Zuckergehalt durchgehends erhöht, auf dem Friedländer Moor b ausnahmslos in der Trockensubstanz und in der frischen Rübe mit Ausnahme des Gefässes mit Stalldünger herabgedrückt. Im schlecht zersetzten Friedländer Moor ist in allen Fällen eine Erhöhung des prozentischen Zuckergehaltes der frischen Rübe festzustellen; in der Trockensubstanz erscheint nur bei Chilisalpeterdüngung der prozentische Zuckergehalt stark erhöht. Eine Regelmässigkeit ist mithin nach der Richtung nicht zu erkennen. Die Kalkung des 1. Jahres, die im 2. nicht wiederholt wurde, zeigt eine geringe Wirkung im Cunrauer Moorboden, eine starke auf dem ursprünglich schlecht zersetzten, eine nachteilige auf dem gut zersetzten Friedländer Moor, während im Vorjahr hier das Gegenteil beobachtet werden konnte. Verhältnismässig gering wie auch im Vorjahr ist selbst bei Rüben die Wirkung der Stickstoffdüngung auf dem gut zersetzten Friedländer Moor, am besten die des Stickstoffs in Form von Chilisalpeter, sowohl auf den Ertrag an Rüben, als auch an Zucker. Auf dem schlecht zersetzten Friedländer Moor scheint die Düngung mit kohlensaurem Kali, die im Jahre 1896 ungünstig auf Halmfrucht gewirkt hat und im Jahre 1897 durch Kainit ersetzt wurde, einen vorteilhaften Einfluss auf die Bodenbeschaffenheit ausgeübt zu haben, da eine starke Erhöhung des Ertrages auf den betreffenden Gefässen zu verzeichnen ist.

Die eigentümlichen Bodenverhältnisse der nach Rimpaus Methode besandeten Moorkulturen lassen es vorläufig als nicht zulässig erscheinen, die Ergebnisse der vorstehenden, in Vegetationsgefässen mit nicht besandetem Boden ausgeführten Versuche zu weitergehenden Schlüssen für die praktische Moorkultur zu verwenden. Jedenfalls berechtigen dieselben jedoch zu den folgenden für die Niederungsmoorkultur nicht unwichtigen Folgerungen:

1. Bei Gefässversuchen mit Niederungs-Moorböden mit einem hohen Gehalt an Stickstoff (2,52—3,39 °/₀) in der Trockensubstanz ist in allen Fällen eine Wirkung der Stickstoffdüngung bei Hafer, Gerste und Zuckerrüben aufgetreten.

2. Unter denselben Versuchsbedingungen ist die Ertragsfähigkeit der verschiedenen Böden verschieden gross, ebenso die Erhöhung derselben durch eine Stickstoffzufuhr. Diese wirkt im allgemeinen um so schwächer, je stärker die Nitrifikationsvorgänge im Boden unter ähnlichen Verhältnissen wie beim Vegetationsversuch verlaufen.

3. Es ist sehr wahrscheinlich, dass die Porosität und die Beeinflussung derselben durch den Wassergehalt des Bodens auf die Nitrifikationsvorgänge in demselben einen grossen Einfluss ausüben. Der nachteilige Einfluss eines hohen Wassergehaltes ist auf einem feinkrümeligen Boden verhältnismässig gering, auf einem dichten Boden sehr gross. Für die praktische Moorkultur folgt hieraus die Notwendigkeit, bei Einrichtung der Entwässerung auch bei

im allgemeinen gut zersetzten Böden die Bodenbeschaffenheit stärker zu berücksichtigen, als es vielfach geschieht. Bei gut zersetzten Böden in lockerer Lagerung darf die Entwässerung schwächer sein als bei dichten Böden.

4. Erwägt man, dass bei Umwandlung von Niederungsmooren in Moordammkulturen nach Rimpau'scher Art durch die Bedeckung mit Sand die Durchlüftung des Moores erschwert, die Wirkung der Entwässerung auf das Moor abgeschwächt wird, so liegt die Befürchtung nahe, dass trotz eines hohen Vorrats an Stickstoff die Nitrifikation desselben auf manchen Mooren zu schwach, die Menge aufnehmbarer Stickstoffnahrung im Boden zur Erzielung hoher Ernten zu gering ist. Bei Böden, die von vornherein die wünschenswerte Porosität vermissen lassen, muss daher gestrebt werden, durch vorbereitende Kultur (Wiesen, Weiden) und eventl. durch mechanische Mittel (Bodenlockerung) dieselbe herbeizuführen, ehe die Bedeckung mit Sand erfolgt.

Da bei Einsendung von Bodenproben zum Zwecke der Untersuchung und Begutachtung an die Moor-Versuchs-Station die natürliche Lagerung bei der Probenahme stark verändert wird, wird jetzt noch die Zusendung eines charakteristischen Würfels des Bodens in ursprünglicher Lagerung erbeten.

6. Die Erträge des ursprünglich schlecht, im 2. Versuchsjahr gut zersetzten Friedländer Moores (c) wären ohne die Kenntnis seiner ursprünglichen Beschaffenheit unerklärlich. Wir müssen annehmen, dass trotz des scheinbar günstigen Zersetzungszustandes, trotz der befriedigenden Erträge im 1. Jahr der Boden für den Anbau von Zuckerrüben noch nicht reif war. Auch die Stickstoffdüngung lieferte, trotzdem sie sehr stark wirkte, keinen befriedigenden Ertrag.

7. Die angedeuteten für die Niederungsmoorkultur wichtigen Fragen werden nicht durch chemische und physikalische Untersuchung und durch Vegetationsversuche allein, sondern namentlich mit Rücksicht auf die Eigenartigkeit der Moordammkultur nur unter Zuhilfenahme exakter Feldversuche (s. u.) in einer für die Praxis der Moorkultur befriedigenden Weise gelöst werden können.[1]

2. Über die Wirkung von Phosphorsäure auf Niederungsmoorböden mit verschiedenem Gehalt an Phosphorsäure.

Die Niederungsmoore zeichnen sich nicht selten durch einen verhältnismässig grossen Gehalt an Phosphorsäure aus, der bisweilen so hoch ist, dass eine Düngung mit Phosphorsäure auf derartigem Boden völlig wirkungslos bleibt.[2] Die Phosphorsäure ist, wenn wir von etwa vorhandenen organischen Phosphorsäure- oder Phosphorverbindungen absehen, die beim Veraschen des Moores zum Zwecke der Analyse ebenfalls phosphorsaure Salze liefern

[1] Erfreulicherweise ist die Moor-Versuchs-Station jetzt in der Lage, auf einer nicht allzuweit von Bremen entfernten Moordammkultur auf dem königlichen Klostergute Burgsittensen ein Versuchsfeld anlegen und auch die in Rede stehenden Fragen dort verfolgen zu können.

[2] Vergl. z. B. Protokolle der Central-Moor-Kommission 1897, Bd. 38, S. 13 u. 22.

und als solche bestimmt werden, als phosphorsaures Eisen vorhanden und zwar entweder als Oxyd (phosphorsäurehaltige Limonite) oder als Oxydul (Vivianit) in den von der Luft abgeschlossenen tieferen Lagen, oder als Zwischenstufe zwischen beiden mit höherem oder geringerem Gehalt an Oxyd, je nachdem der oxydierende Einfluss der Luft wirksam war.[1] Für die Düngung der Moore ist ein höherer Gehalt an Phosphorsäure von grosser Bedeutung, da auf Grund desselben die Zufuhr teurer phosphorsäurehaltiger Düngemittel ermässigt oder, wie schon oben angedeutet, unter Umständen ganz unterlassen werden darf. Es ist daher schon seit langem von der Moor-Versuchs-Station die Frage des Phosphorsäurebedürfnisses der verschiedenen phosphorsäurehaltigen Niederungsmoorböden experimentell verfolgt worden, namentlich auch mit besonderer Rücksicht auf die Frage, bei welchem Gehalt des Bodens an Gesamtphosphorsäure bei verschiedenen Gewächsen eine Düngung mit solcher unterbleiben darf.[2] Vegetationsversuche nach der Richtung waren aus verschiedenen Gründen nur in kleinerem Umfang bisher ausführbar. Im Jahre 1896 sind nun solche in etwas grösserem Massstab auf verschiedenen Böden zur Ausführung gelangt, deren Resultate zunächst mitgeteilt werden sollen.

Die Versuchsböden entstammten verschiedenen Flächen der Königl. Oberförsterei Neuholland im Regierungsbezirk Potsdam, Niederungsmoorflächen aus dem Gebiet der Wörpe, Hamme und Wümme, Nebenflüsse der Weser im Regierungsbezirk Stade. Durch Mischung der verschiedenen Bodensorten wurden Versuchsböden mit dem gewünschten Gehalt an Phosphorsäure gewonnen.

Die Beschaffenheit und Zusammensetzung der nicht gemischten Böden war folgende:

1. Boden von Neuholland, Jagen 67 I b. Dunkelgrauer, humoser Sandboden.

2. Boden von Neuholland, Jagen 115. Stark humoser (anmooriger) Sand mit vereinzelten helleren Partien.

3. Boden von Neuholland, Jagen 116. Dunkelbrauner, anmooriger Sand mit Knöllchen von Raseneisenerz durchsetzt.

4. Boden von Neuholland, Jagen 67 I a. Dunkelbrauner, anmooriger Sand mit Eisenoxydhydrat vermischt.

5. Moor aus dem Wümmegebiet. Braunschwarzes, gut zersetztes krümeliges Niederungsmoor.

6. Sogenannte „Roterde“ aus dem Hamme- und Wörpegebiet. Rostroter, anmooriger Boden mit vielen Konkretionen von Eisenoxydhydrat.

Die chemische Zusammensetzung der einzelnen Böden, berechnet auf 100 Teile Trockensubstanz, war folgende:

[1]) Vergl. die Abhandlung von Schütte w. u.

[2]) Vergl. auch die Abhandlung von C. L. Wiklund, 3. Ber. über die Arb. d. Moor-Versuchs-Station 1891, S. 537 ff.

In 100 Teilen Trockensubstanz vorhandene Menge von:	Neuholland, Jagen 67 I b	Neuholland, Jagen 115	Neuholland, Jagen 116	Neuholland, Jagen 67 I a	Moor aus dem Gebiet der Wümme	Roterde
	1.	2.	3.	4.	5.	6.
Organische Substanz . .	5,23	18,67	12,37	18,87	87,88	12,82
Stickstoff	0,20	1,33	0,30	0,90	3,29	0,60
Mineralstoffe	94,77	81,33	87,63	81,13	12,12	87,18
In Salzsäure Unlösliches .	91,10	76,75	76,25	66,05	8,29	72,38
Kalk	0,89	1,89	1,01	1,73	5,98	0,52
Kali	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,06
Phosphorsäure	0,09	0,16	0,49	0,42	0,32	1,61

Die einzelnen Versuchsböden wurden durch Mischung vorstehender Proben in annähernd dem folgenden Verhältnis hergestellt:

Neuholland A: Durch Mischung des sämtlichen (nicht gewogenen) Bodens 1 und 2.

Neuholland C: Mischung von 180 *kg* Neuholland A und 25 *kg* Boden 6 (Roterde).

Neuholland B: Mischung von Boden 4 und 3.

Neuholland D: Mischung aus 160 *kg* Boden Neuholland B und 50 *kg* Roterde.

Boden I, II, III und VI durch Mischung von Boden 5 und 6 in verschiedenen Mengen. In den Mischungen wurde der folgende Gehalt an Phosphorsäure (in der Asche) bestimmt:

In 100 Teilen trocken gedachten Bodens:

1. Neuholland A . . .	0,10 %	Phosphorsäure.	
2. „ C . . .	0,20 „	„	
3. „ B . . .	0,44 „	„	
4. „ D . . .	0,78 „	„	
5. Boden I	0,32 „	„	
6. „ II	0,76 „	„	
7. „ III	0,97 „	„	
8. „ IV	1,23 „	„	

Da auf Böden von höherem natürlichem Phosphorsäuregehalt die wasserlösliche Phosphorsäure des Superphosphates möglicherweise noch eine Wirkung ausübt, wenn die Thomasmehlphosphorsäure wirkungslos bleibt, so wurde vergleichsweise mit Thomasmehl und Superphosphat gedüngt. Allerdings liegt bei den eisenreichen Böden die Gefahr vor, dass die Superphosphat-Phosphorsäure leicht unlöslich wird.

Der Versuchsplan ergiebt sich aus der folgenden Zusammenstellung:

No. 1—56 einschliesslich, Versuchsfrucht: *Probsteier Hafer*,
„ 57—96 „ „ *Noë-Weizen.*

1. Gefäss No. 1—14. Boden: Neuholland A mit 0,10 % Phosphorsäure.

Grunddüngung: 3,9 *g* Düngersalz (mit 38 % Kali),
0,7 „ Stickstoff in Chilisalpeterlösung in 4 Portionen.

Differenzdüngung:

No. 1, 2	0				
„ 3, 4	0,729 *g*	Thomasmehl	mit	0,125 *g*	Gesamt-Phosphorsäure.
„ 5, 6	1,458 „	„	„	0,250 „	„
„ 7, 8	2,187 „	„	„	0,375 „	„
„ 9, 10	0,667 „	Superphosphat	„	0,125 „	wasserlösl. Phosphorsäure.
„ 11, 12	1,334 „	„	„	0,250 „	„ „
„ 13, 14	2,001 „	„	„	0,375 „	„ „

2. Gefäss No. 15—28. Boden: Neuholland C mit 0,20 % Phosphorsäure.

Grunddüngung wie bei 1.

Differenzdüngung:

No. 15, 16	0				
„ 17, 18	0,729 *g*	Thomasmehl	mit	0,125 *g*	Gesamt-Phosphorsäure.
„ 19, 20	1,458 „	„	„	0,250 „	„
„ 21, 22	2,187 „	„	„	0,375 „	„
„ 23, 24	0,667 „	Superphosphat	„	0,125 „	wasserlösl. Phosphorsäure.
„ 25, 26	1,334 „	„	„	0,250 „	„ „
„ 27, 28	2,001 „	„	„	0,375 „	„ „

3. Gefäss No. 29—42. Boden: Neuholland B mit 0,44 % Phosphorsäure.

Grunddüngung wie bei 1.

Differenzdüngung:

No. 29, 30	0				
„ 31, 32	0,364 *g*	Thomasmehl	mit	0,062 *g*	Gesamt-Phosphorsäure.
„ 33, 34	0,729 „	„	„	0,125 „	„
„ 35, 36	1,458 „	„	„	0,250 „	„
„ 37, 38	0,333 „	Superphosphat	„	0,062 „	wasserlösl. Phosphorsäure.
„ 39, 40	0,667 „	„	„	0,125 „	„ „
„ 41, 42	1,334 „	„	„	0,250 „	„ „

4. Gefäss No. 43 bis 56. Boden: Neuholland D mit 0,78 % Phosphorsäure

Grunddüngung wie bei 1.

Differenzdüngung:

No. 43, 44 0

„ 45, 46 }
„ 47, 48 } entsprechend wie bei 3.
„ 49, 50 }

„ 51, 52 }
„ 53, 54 } entsprechend wie bei 3.
„ 55, 56 }

5. Gefäss No. 57—96 einschliesslich, Versuchsfrucht Noë-Weizen.

Grunddüngung wie bei 1.

Differenzdüngung:

	Bodenmischung I No.	II No.	III No.	IV No.
Ohne Phosphorsäure	57, 58	67, 68	77, 78	87, 88
Thomasmehl mit 0,125 *g* Gesamt-Phosphorsäure	59, 60	69, 70	79, 80	89, 90
Thomasmehl mit 0,250 *g* Gesamt-Phosphorsäure	61, 62	71, 72	81, 82	91, 92
Superphosphat mit 0,125 *g* wasserlösl. Phosphorsäure	63, 64	73, 74	83, 84	93, 94
Superphosphat mit 0,250 *g* wasserlösl. Phosphorsäure	65, 66	75, 76	85, 86	95, 96

Stickstoff wurde auf allen Böden deshalb gegeben, um etwaige Ungleichheiten in der Fähigkeit der verschiedenen Böden, genügende Stickstoffnahrung zu liefern, auszuschliessen.

Besät wurden die Gefässe am 22. und 23. April, abgeerntet am 30. August.

Die Ergebnisse der verschiedenen Versuche sind in den nachfolgenden Tabellen enthalten.

Die verwendeten Phosphorsäure-Dünger hatten folgende Zusammensetzung:

Thomasmehl mit 17,15 % Phosphorsäure, davon 90,61 % (15,54 %) citratlöslich;

Superphosphat mit 18,75 % Gesamt-Phosphorsäure und 17,57 % wasserlöslicher Phosphorsäure.

Nummer	Differenzdüngung	Ertrag pro Gefäss an Trockensubstanz *g* Korn	Stroh	Korn und Stroh	Mittlerer Ertrag pro Gefäss *g* Korn	Stroh	Korn und Stroh	Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure % Korn	Stroh	Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure *g*	Ertrag an Trockensubstanz o. Phosphors. = 100
	Boden Neuholland A mit 0,10 % Phosphorsäure.										
1	Ohne Phosphorsäure	13,54	20,75	34,29	13,80	20,48	34,28	0,62	0,08	0,102	100
2		14,06	20,22	34,28							
3	0,125 *g* Phosphors. in *Thomasmehl*	20,02	31,68	51,70	19,94	30,70	50,64	0,65	0,07	0,151	148
4		19,86	29,72	49,58							
5	0,250 *g* Phosphors. in *Thomasmehl*	25,72	42,63	68,35	25,30	42,37	67,67	0,64	0,06	0,187	197
6		24,88	42,11	66,99							
7	0,375 *g* Phosphors. in *Thomasmehl*	27,94	48,03	75,97	27,76	49,68	77,44	0,71	0,06	0,227	226
8		27,59	51,32	78,91							

Nummer	Differenzdüngung	Ertrag pro Gefäss an Trockensubstanz *g* Korn	Stroh	Korn und Stroh	Mittlerer Ertrag pro Gefäss *g* Korn	Stroh	Korn und Stroh	Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure % Korn	Stroh	Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure *g*	Ertrag an Trockensubstanz o. Phosphors. = 100
9	0,125 *g* Phosphors.	23,15	35,85	59,00	22,83	35,74	58,57	0,55	0,05	0,143	170
10	in *Superphosphat*	22,52	35,62	58,14							
11	0,250 *g* Phosphors.	27,64	47,23	74,87	27,66	48,45	76,11	0,64	0,05	0,201	222
12	in *Superphosphat*	27,69	49,66	77,35							
13	0,375 *g* Phosphors.	29,33	53,17	82,50	27,96	53,61	81,57	0,74	0,07	0,244	238
14	in *Superphosphat*	26,58	54,06	80,64							

Boden Neuholland C mit 0,22 % Phosphorsäure.

Nummer	Differenzdüngung	Korn	Stroh	Korn und Stroh	Mittl. Korn	Mittl. Stroh	Mittl. Korn und Stroh	Gehalt Korn	Gehalt Stroh	Gesamtgehalt	Ertrag
15	Ohne Phosphorsäure	30,86	45,28	76,14	31,64	46,51	78,15	1,02	0,08	0,360	100
16		32,43	47,74	80,17							
17	0,125 *g* Phosphors.	31,37	51,16	82,53	31,40	51,67	83,07	0,96	0,10	0,353	106
18	in *Thomasmehl*	31,43	52,19	83,62							
19	0,250 *g* Phosphors.	31,59	54,72	86,31	30,85	56,25	87,10	1,01	0,10	0,368	112
20	in *Thomasmehl*	30,12	57,78	87,90							
21	0,375 *g* Phosphors.	30,15	62,06	92,21	30,30	61,74	92,04	1,02	0,11	0,377	118
22	in *Thomasmehl*	30,46	61,41	91,87							
23	0,125 *g* Phosphors.	34,97	56,48	91,45	34,11	56,04	90,15	0,95	0,09	0,374	115
24	in *Superphosphat*	33,25	55,60	88,85							
25	0,250 *g* Phosphors.	33,01	59,20	92,21	32,60	59,42	92,02	0,96	0,09	0,367	118
26	in *Superphosphat*	32,20	59,64	91,84							
27	0,375 *g* Phosphors.	28,55	62,33	90,88	26,28	62,83	89,11	1,06	0,12	0,354	114
28	in *Superphosphat*	24,00	63,34	87,34							

Boden Neuholland B mit 0,44 % Phosphorsäure.

Nummer	Differenzdüngung	Korn	Stroh	Korn und Stroh	Mittl. Korn	Mittl. Stroh	Mittl. Korn und Stroh	Gehalt Korn	Gehalt Stroh	Gesamtgehalt	Ertrag
29	Ohne Phosphorsäure	36,45	55,68	92,13	37,84	56,03	93,87	1,11	0,11	0,481	100
30		39,21	56,39	95,60							
31	0,0625 *g* Phosphors.	36,08	57,83	93,91	36,09	57,47	93,56	1,14	0,12	0,480	100
32	in *Thomasmehl*	36,11	57,11	93,22							
33	0,125 *g* Phosphors.	37,20	57,20	94,40	36,61	56,59	93,20	1,10	0,12	0,469	99
34	in *Thomasmehl*	36,01	55,99	92,00							
35	0,250 *g* Phosphors.	36,67	59,32	95,99	37,82	60,39	98,21	1,06	0,10	0,461	105
36	in *Thomasmehl*	38,97	61,46	100,43							
37	0,0625 *g* Phosphors.	40,30	59,34	99,64	39,50	58,92	98,42	1,04	0,10	0,470	105
38	in *Superphosphat*	38,70	58,51	97,21							
39	0,125 *g* Phosphors.	39,99	58,36	98,35	40,61	58,80	99,41	1,06	0,09	0,483	106
40	in *Superphosphat*	41,23	59,24	100,47							
41	0,250 *g* Phosphors.	40,13	61,38	101,51	38,44	59,02	97,46	1,05	0,08	0,450	104
42	in *Superphosphat*	36,75	56,67	93,42							

Nummer	Differenzdüngung	Ertrag pro Gefäss an Trockensubstanz *g* Korn	Stroh	Korn und Stroh	Mittlerer Ertrag pro Gefäss *g* Korn	Stroh	Korn und Stroh	Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure % Korn	Stroh	Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure *g*	Ertrag an Trockensubstanz o. Phosphors. = 100
	Boden Neuholland D mit 0,78 % Phosphorsäure.										
43	Ohne Phosphorsäure	37,34	53,52	90,86	36,46	53,44	89,90	1,03	0,09	0,423	100
44		35,57	53,37	88,94							
45	0,0625 *g* Phosphors.	37,52	56,79	94,31	37,68	56,60	94,28	1,02	0,09	0,436	105
46	in *Thomasmehl*	37,84	56,42	94,26							
47	0,125 *g* Phosphors.	38,69	58,01	96,70	38,49	57,81	96,30	0,99	0,08	0,427	107
48	in *Thomasmehl*	38,29	57,62	95,91							
49	0,250 *g* Phosphors.	37,31	58,11	95,42	37,68	59,76	97,44	0,98	0,08	0,418	108
50	in *Thomasmehl*	38,05	61,42	99,47							
51	0,0625 *g* Phosphors.	39,14	59,75	98,89	38,76	59,85	98,61	0,93	0,08	0,408	110
52	in *Superphosphat*	38,39	59,94	98,35							
53	0,125 *g* Phosphors.	40,88	58,78	99,66	40,90	59,64	100,54	0,96	0,08	0,440	112
54	in *Superphosphat*	40,92	60,50	101,42							
55	0,250 *g* Phosphors.	40,35	59,31	99,66	39,66	59,42	99,08	0,97	0,09	0,438	110
56	in *Superphosphat*	38,98	59,52	98,50							
	Boden I mit 0,32 % Phosphorsäure.										
57	Ohne Phosphorsäure	10,77	29,40	40,17	11,06	29,05	40,11	0,71	0,08	0,102	100
58		11,35	28,69	40,04							
59	0,125 *g* Phosphors.	20,32	51,45	71,77	21,31	52,16	73,47	0,59	0,07	0,162	183
60	in *Thomasmehl*	22,29	52,88	75,17							
61	0,250 *g* Phosphors.	28,82	64,95	93,77	28,17	64,67	92,84	0,66	0,08	0,237	231
62	in *Thomasmehl*	27,53	64,38	91,91							
63	0,125 *g* Phosphors.	23,99	56,16	80,15	22,99	56,53	79,52	0,59	0,07	0,175	198
64	in *Superphosphat*	21,99	56,90	78,89							
65	0,250 *g* Phosphors.	27,58	63,30	91,21	27,09	61,95	89,04	0,66	0,09	0,235	222
66	in *Superphosphat*	26,61	60,27	86,88							
	Boden II mit 0,76 % Phosphorsäure.										
67	Ohne Phosphorsäure	26,52	49,92	76,44	27,52	50,00	77,52	0,88	0,09	0,290	100
68		28,52	50,08	78,60							
69	0,125 *g* Phosphors.	32,21	58,27	90,48	33,08	59,39	92,47	0,79	0,07	0,303	119
70	in *Thomasmehl*	33,96	60,51	94,47							
71	0,250 *g* Phosphors.	29,12	60,52	89,64	29,98	61,94	91,92	0,92	0,10	0,338	119
72	in *Thomasmehl*	30,84	63,36	94,20							
73	0,125 *g* Phosphors.	29,63	60,14	89,77	30,44	60,31	90,75	0,84	0,09	0,360	117
74	in *Superphosphat*	31,25	60,47	91,72							
75	0,250 *g* Phosphors.	31,60	64,00	95,60	31,43	62,39	83,82	0,89	0,10	0,342	108
76	in *Superphosphat*	31,25	60,79	92,04							

Nummer	Differenzdüngung	Ertrag pro Gefäss an Trockensubstanz g			Mittlerer Ertrag pro Gefäss g			Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure %		Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure g	Ertrag an Trockensubstanz o. Phosphors. = 100
		Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh		
	Boden III mit 0,97 % Phosphorsäure.										
77	Ohne Phosphorsäure	28,91	53,29	82,20	30,10	54,19	84,29	0,91	0,10	0,328	100
78		31,29	55,10	86,39							
79	0,125 g Phosphors.	32,70	61,33	94,03	31,43	61,29	92,72	0,89	0,09	0,335	110
80	in *Thomasmehl*	30,17	61,26	91,43							
81	0,250 g Phosphors.	32,22	61,60	93,82	33,64	62,63	96,27	0,87	0,09	0,349	114
82	in *Thomasmehl*	35,07	63,66	98,73							
83	0,125 g Phosphors.	33,33	62,13	95,46	32,72	61,11	93,83	0,88	0,08	0,337	111
84	in *Superphosphat*	32,10	60,09	92,19							
85	0,250 g Phosphors.	32,21	60,86	93,07	33,48	61,09	94,57	0,91	0,08	0,353	112
86	in *Superphosphat*	34,76	61,31	96,07							
	Boden IV mit 1,23 % Phosphorsäure.										
87	Ohne Phosphorsäure	32,30	60,14	92,44	31,88	58,71	90,59	1,06	0,10	0,396	100
88		31,37	57,28	88,65							
89	0,0625 g Phosphors.	30,93	63,02	93,95	32,09	61,01	93,10	1,02	0,12	0,400	103
90	in *Thomasmehl*	33,26	59,00	92,26							
91	0,125 g Phosphors.	33,15	61,37	94,52	32,69	63,28	95,97	1,05	0,12	0,419	106
92	in *Thomasmehl*	32,24	65,19	97,43							
93	0,0625 g Phosphors.	30,08	63,24	93,32	32,89	62,72	95,61	0,97	0,13	0,400	106
94	in *Superphosphat*	35,71	62,20	97,91							
95	0,125 g Phosphors.	32,73	61,47	94,20	33,13	61,72	94,85	1,01	0,12	0,408	105
96	in *Superphosphat*	33,54	61,97	95,51							

Die Ergebnisse des Versuches mit Hafer, No. 1—56.

Auf dem Boden Neuholland A mit 0,10 % Phosphorsäure tritt eine starke Wirkung der Phosphorsäuredüngung hervor; sehr viel geringer ist dieselbe auf dem Boden Neuholland C mit 0,22 % Phosphorsäure in der Trockensubstanz. Bei dem Boden B mit 0,44 % übersteigt die Wirkung der Phosphorsäurezufuhr kaum die Fehlergrenzen, etwas stärker (aber auch nur gering) ist sie auffallenderweise bei Boden Neuholland D mit 0,78 % Phosphorsäure. Bei Versuchen dieser Art tritt eine Schwierigkeit auf, die durch die Art des natürlichen Vorkommens der Phosphorsäure im Moorboden herbeigeführt wird. Die Phosphorsäure ist namentlich bei den an Phosphorsäure von Natur reicheren Böden selten einigermassen gleichmässig in feiner Verteilung im Boden vorhanden, sondern in Form von grösseren oder kleineren Konkretionen von phosphorsäurehaltigem Eisenoxydhydrat oder Vivianit. Für die Zugänglichkeit dieser natürlich vorkommenden Phosphorsäure für die Pflanzen ist offenbar die Art ihres Vorkommens, ob

in grösserer oder feinerer Verteilung — auf die Form der Verbindungen wird weiter unten noch zurückzukommen sein —, von grosser Bedeutung. Die Bestimmung der Gesamt-Phosphorsäure giebt darüber keine Auskunft, so dass der Fall sehr wohl denkbar ist, dass ein Boden mit höherem Gehalt an Gesamt-Phosphorsäure für eine Düngung mit solcher dankbarer ist, als ein Boden mit niedrigerem Gehalt an Phosphorsäure, wenn in dem erstgenannten die Phosphorsäure in weniger vollkommener Verteilung vorhanden und den Pflanzenwurzeln schwerer erreichbar ist, als in dem anderen Boden. Bei den dargestellten Versuchen wurden die Böden, soweit nicht durch die Vorbereitung derselben und Mischung eine Zerkleinerung derselben unvermeidlich war, in ihrem natürlichen Feinheitszustande gelassen. Sie erwiesen sich mehr oder weniger mit gröberen oder feineren Partikeln von Eisenoxydhydrat durchsetzt. Es ist jedoch durchaus nicht ausgeschlossen, dass im Boden Neuholland B die natürlichen darin vorhandenen Phosphorsäureverbindungen in feineren Teilchen sich fanden, als im Boden Neuholland D, und dass daraus das Resultat zu erklären ist, dass auf dem letztgenannten trotz des grösseren Reichtums an Phosphorsäure eine etwas stärkere Wirkung der Düngung mit solcher beobachtet wurde.

Diese Beobachtungen und Erwägungen werden ferner dazu beitragen können, die verschiedenen Befunde über das Bedürfnis der einzelnen Moorböden nach Phosphorsäure zu erklären (s. w. u.), sowie bei Versuchen, das Düngerbedürfnis verschiedener Böden zu ermitteln, Beachtung verlangen.

Auf dem Boden Neuholland A mit 0,10 $^0/_0$ Phosphorsäure erfolgt beim Thomasmehl die Erhöhung des Ernteertrages annähernd proportional der Düngung bei der schwächsten und mittleren Dosis, die stärkste Dosis ist nicht mehr voll zur Ausnutzung gekommen. Die Wirkung der wasserlöslichen Phosphorsäure des Superphosphates ist etwas stärker, als die der Thomasmehl-Phosphorsäure; die mittlere und stärkste Düngung mit Superphosphat ist ebenfalls nicht in dem Grade zur Wirkung gelangt, wie die schwächste. Bei der hohen Citratlöslichkeit der Thomasmehl-Phosphorsäure wird das Verhältnis der Wirksamkeit derselben zu derjenigen der wasserlöslichen Phosphorsäure des Superphosphates nur wenig verändert, wenn wir anstatt der Gesamt-Phosphorsäure des Thomasmehles nur die citratlösliche berücksichtigen. 0,125 *g* Gesamt-Phosphorsäure enthalten 0,113 *g* citratlösliche. Wenn 0,113 *g* citratlösliche Phosphorsäure eine Erhöhung der Gesamternte an Trockensubstanz von 48 verursachen, so würde sich für 0,125 *g* citratlösliche Phosphorsäuse eine solche von rund 53 berechnen. Die wasserlösliche Phosphorsäure hat also auch dann in ihrer Wirkung noch einen Vorsprung. Derselbe wird auf den phosphorsäurereicheren Böden stetig kleiner, soweit überhaupt eine Wirkung der Phosphorsäurezufuhr hier deutlich ist. Es tritt jedoch die auffallende Erscheinung hervor, dass auf den phosphorsäurereicheren Böden diese sich beim Thomasmehl fast nur auf das Stroh erstreckt, dagegen beim Superphosphat, wenn wir von der stärksten Dosis absehen, auch auf das Korn. Bei der stärksten

Düngung mit Superphosphat ist in allen Fällen eine geringe Depression des Körnerertrages gegenüber der schwächsten Düngung bemerkbar.

Der Boden mit 0,10 % Phosphorsäure hat ohne Phosphorsäuredüngung 34,28 *g* Trockensubstauz pro Gefäss hervorgebracht, der mit 0,22 % 78,15 *g*. Die Ertragsfähigkeit ohne Phosphorsäuredüngung steht mithin hier annähernd in demselben Verhältnis wie der natürliche Gehalt an Phosphorsäure, jedoch hat das seine Grenzen. Bei dem Boden mit 0,44 % Phosphorsäure sind nur 93,87 *g* Trockensubstanz ohne Phosphorsäuredüngung erzielt worden und bei dem Boden D mit 0,78 % Phosphorsäure sogar nur 89,90 *g* Trockensubstanz im Mittel. Letzteres spricht auch für die oben bereits geäusserte Ansicht, dass im Boden D die Phosphorsäure etwas schwerer zugänglich gewesen ist, als im Boden B. Die Menge der pro Gefäss aus dem Boden durch die Pflanzen entnommenen Phosphorsäure steigt ebenfalls mit dem Gehalt des Bodens an Phosphorsäure, aber nicht in demselben, sondern in stärkerem Verhältnis. Auf den phosphorsäurereicheren Böden sind Pflanzen von höherem prozentischen Gehalt an Phosphorsäure gewachsen, als auf den phosphorsäureärmeren. Namentlich zeigt sich dieses beim Korn, dessen Gehalt an Phosphorsäure von 0,62 % bei Boden A, auf 1,02 % bei Boden C und auf 1,11 % bei Boden B steigt. Die Höhe des Ertrages wird durch *das* Quantum an aufnehmbarer Phosphorsäure bestimmt, das den Pflanzen bis zu einem bestimmten Zeitpunkt zur Verfügung steht; darüber hinaus nehmen die Pflanzen noch weiter Phosphorsäure auf, die jedoch nicht mehr zur Erzeugung von Erntemasse verwertet werden kann, und bis zu einem bestimmten Grade um so mehr, je reicher der Boden an Phosphorsäure ist. Einen weiteren Beleg hierfür werden wir bei Besprechung ähnlicher Versuche auf Hochmoorboden beibringen. Auf dem 0,44 % Phosphorsäure enthaltenden Boden B wird zwar ohne Phosphorsäuredüngung eine wesentlich höhere Ernte erzielt, als auf Boden C mit 0,22 % Phosphorsäure, aber der Ertrag ist nicht, wie schon oben bemerkt, in demselben Masse, wie der Phosphorsäuregehalt des Bodens gewachsen. Der Boden B enthält unter den gegebenen Vegetationsbedingungen bereits einen gewissen Überschuss von Phosphorsäure für die Versuchsfrucht Hafer, infolgedessen ist die Wirkung der Düngung mit solcher so klein, dass sie die Fehlergrenzen kaum überschreitet. Ähnlich verhält es sich mit dem Boden D, wenn auch aus Gründen, die oben bereits dargelegt sind, hier die Wirkung der Boden-Phosphorsäure etwas geringer, die der Dünger-Phosphorsäure etwas grösser ist, als bei B. *Bei 0,44 % Phosphorsäure im Boden verschwindet mithin bei den vorliegenden Versuchen für Hafer die Wirkung der Düngung mit Phosphorsäure nahezu vollständig.*

Die Ergebnisse des Versuches mit Sommerweizen, No. 57—96.

Was den Erfolg der Phosphorsäuredüngung überhaupt betrifft, wenn wir von der Form derselben zunächst absehen, so ist er auf dem Boden mit 0,32 % Phosphorsäure sehr stark, viel schwächer auf Boden II mit 0,76 % Phosphorsäure, noch etwas geringer auf Boden III mit 0,97 %

Phosphorsäure und nahezu ausgeblieben auf Boden IV mit 1,23 $^0/_0$ Phosphorsäure. Die stärkere Düngung mit Phosphorsäure ist jedoch selbst auf dem Boden I nicht in dem Masse wie die schwächere zur Wirkung gelangt. Die wasserlösliche Phosphorsäure des Superphosphates hat bei der schwächsten Düngung ein kleines Übergewicht über die Thomasmehlphosphorsäure, bei der stärkeren steht sie der letzgenannten nach. Auf den phosphorsäurereicheren Böden ist die wasserlösliche Phosphorsäure nicht wirksamer gewesen als die Thomasmehl-Phosphorsäure; auch zeigt sich hier nicht wie beim Hafer die wenn auch nur geringe Begünstigung der Körnererzeugung durch die wasserlösliche Phosphorsäure.

Was die Erträge ohne Phosphorsäurezufuhr anbelangt, so steigen dieselben mit steigendem Gehalt des Bodens an Phosphorsäure, jedoch steht bei Boden I und II das Verhältnis zwischen Ertrag und prozentischem Phosphorsäuregehalt des Bodens nicht in so guter Übereinstimmung wie bei dem Versuch mit Hafer auf Boden Neuholland A und C. Bei Böden von sehr verschiedenem Volumgewicht, also sehr verschiedener Masse, in einem bestimmten den Wurzeln zugänglichen Bodenraum — bei Moorböden können die Unterschiede nach der Richtung bekanntlich sehr gross sein — muss man neben dem prozentischen Gehalt des Bodens an einzelnen Pflanzennährstoffen auch den absoluten in einem bestimmten Bodenquantum vorhandenen Vorrat für die Beurteilung der Ertragsfähigkeit in Rücksicht ziehen. Die Böden Neuholland A und C besassen annähernd dasselbe Volumgewicht, so dass das in je einem Gefäss vorhandene Quantum Phospsorsäure (10,7 *g* bei Boden A, 23,30 *g* bei Boden C) fast genau in demselben Verhältnis steht, wie der prozentische Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure (0,10 und 0,22 $^0/_0$). Bei dem Versuch mit Weizen ist das Volumgewicht des Bodens II höher als dasjenige des Bodens I. In einem Gefäss sind an Phosphorsäure vorhanden:

bei Boden	I . . .	8,96 *g*,
„ „	II . . .	24,15 „

also der absoluten Menge nach annähernd in dem letztgenannten 2,7 mal soviel als in Boden I, dem prozentischen Gehalt nach (0,3 $^0/_0$ in I, 0,76 $^0/_0$ in II) nur etwa 2,4 mal soviel. Das Verhältnis zwischen Phosphorsäuregehalt des Bodens und Ertrag wird also bei Berücksichtigung des absoluten Vorrats in Boden I und II noch stärker verschoben, als bei Berücksichtigung des prozentischen Gehaltes. Wir müssen vor der Hand darauf verzichten, die Gründe hierfür aufzufinden. Es kann bei dieser Erscheinung auch die verschieden vollkommene Verteilung der Phosphorsäure im Boden I und II mitwirken. Dieselbe ist wahrscheinlich bei dem Boden I eine grössere gewesen als bei dem durch Zusatz von Roterde zu Boden I gewonnenen Boden II. Die Roterde war zwar ziemlich feinpulverig, wurde jedoch absichtlich nicht weiter zerkleinert, um die Versuche nach der Richtung unter Verhältnissen anzustellen, die sich nicht allzuweit von den in der Natur herrschenden oder den bei Verwendung derartiger Meliorationsmittel herbeigeführten entfernen. Jedenfalls ist unter diesen Bedingungen die Wirkung

der Phosphorsäuredüngung auf dem Boden mit 0,76 % Phosphorsäure in der Trockensubstanz noch sehr deutlich wirksam auf Korn- wie Strohertrag, bei 0,97 % Phosphorsäure wird der Einfluss auf den Kornertrag sehr klein und bei 1,23 % Phosphorsäure überschreitet der Erfolg der Düngung mit Phosphorsäure überhaupt kaum die Fehlergrenzen. Die absoluten Mengen von Phosphorsäure in der Ernte werden auf den phosphorsäurereicheren Böden durch die Düngung entsprechend deren schwacher Wirkung nur wenig gesteigert. Sehr deutlich ist die Erhöhung des prozentischen Phosphorsäuregehaltes der ohne Phosphorsäuredüngung erzielten Pflanzen mit dem höheren Gehalt des Bodens an Phosphorsäure.

Nach der Aberntung des Hafers wurden die Gefässe 1—56 mit Senf bepflanzt, um die Nachwirkung der Phosphorsäuredüngung zu untersuchen. Derselbe wurde grün geerntet am 10. Oktober 1896. Die Menge der Ernte war ziemlich gering. In der folgenden Tabelle sind die vereinigten Erträge an Trockensubstanz je zweier gleichmässig behandelter Gefässe der Reihe 1—28 angegeben. Bei den übrigen Gefässen war eine Nachwirkung der Düngung bei Senf nicht zu beobachten.

Nachwirkung der Phosphorsäuredüngung bei Senf.

Differenzdüngung	Boden Neuholland A					Boden Neuholland C				
	No. der Gefässe	Ertrag an Trockensubstanz	%-Gehalt derselben an Phosphorsäure	Gesamt-Gehalt derselben an Phosphorsäure	Ertrag ohne Phosphorsäure = 100	No. der Gefässe	Ertrag an Trockensubstanz	%-Gehalt derselben an Phosphorsäure	Gesamt-Gehalt derselben an Phosphorsäure	Ertrag ohne Phosphorsäure = 100
Ohne Phosphorsäure	1+2	6,94	0,32	0,022	100	15+16	18,83	0,63	0,118	100
0,125 *g* Phosphorsäure in Thomasmehl	3+4	8,44	0,33	0,028	122	17+18	16,43	0,65	0,107	87
0,250 „	5+6	11,39	0,38	0,043	164	19+20	19,95	0,61	0,122	106
0,375 „	7+8	18,41	0,44	0,081	265	21+22	21,10	0,61	0,128	112
0,125 „ Phosphorsäure in Superphosphat	9+10	3,58	0,32	0,011	52	23+24	20,24	0,54	0,110	108
0,250 „	11+12	3,96	0,36	0,014	57	25+26	22,50	0,54	0,121	120
0,375 „	13+14	5,54	0,41	0,022	80	27+28	18,61	0,57	0,107	99

Die Ergebnisse zeigen Unregelmässigkeiten; die geernteten Mengen sind überhaupt sehr gering und infolgedessen die Ansprüche an die im Boden vorhandenen Nährstoffe klein. Auf Boden A tritt eine Nachwirkung der Thomasmehldüngung deutlich hervor, wenn sie auch nicht in genauer Übereinstimmung mit der Stärke der Düngung steht. Merkwürdigerweise sind die Erträge auf den mit Superphosphat gedüngten Gefässen viel geringer als auf den überhaupt ohne Phosphorsäure gebliebenen. Bei Boden C ist die Nachwirkung undeutlicher. Wenn den Zahlen als solchen bei dem kümmerlichen Gesamtertrag auch kein allzu grosser Wert beigelegt werden darf, so sprechen sie doch keineswegs dafür, dass dem Superphosphat eine bessere Nachwirkung zugeschrieben werde als dem Thomasmehl. Die Frage

wird noch weiterer Bearbeitung unter Verwendung verschiedenartiger Moorböden bedürfen.

Bei älteren Versuchen über das Bedürfnis verschieden phosphorsäurehaltiger Moorböden nach einer Düngung mit solchen, die von Fleischer angestellt worden sind,[1]) war bei Hafer eine solche noch deutlich wirksam auf einem Boden, der 0,463 % in 4 % Salzsäure lösliche und 0,84 % Gesamt-Phosphorsäure enthielt, während bei den vorstehenden Versuchen die Phosphorsäurezufuhr schon bei 0,44 % Gesamt-Phosphorsäure im Boden keine erhebliche Wirkung gezeigt hat. Die oben gemachten Ausführungen über die Abhängigkeit der Wirksamkeit der Phosphorsäure im Moorboden von der Art und Form ihres Vorkommens lassen jedoch derartige Verschiedenheiten in den Ergebnissen der Versuche mit derselben Pflanzenart durchaus begreiflich erscheinen. Für die praktische Seite der Frage ergiebt sich hieraus nur die Schwierigkeit, die Wirksamkeit der Bodenphosphorsäure mit Sicherheit zu beurteilen. Je gleichmässiger bei höherem Gehalt an Phosphorsäure der Boden mit den vornehmlich diese enthaltenden Eisenoxydhydratpartikelchen durchsetzt ist, je grösser der prozentische und absolute Gehalt desselben an Phosphorsäure ist, desto geringer ist die Düngung mit solcher zu bemessen. Die in Form des Vivianits vorhandene Phosphorsäure ist, wie unten gezeigt werden wird, zudem leichter den Pflanzen zugänglich, als die an Eisenoxyd gebundene. Von wesentlicher Bedeutung wird auch für diese Frage die Art der angebauten Kulturgewächse sein. Langlebige Pflanzen, also namentlich die Wiesenpflanzen, werden voraussichtlich den Phosphorsäurevorrat des Bodens besser ausnützen, als solche von kurzer Vegetationszeit.

Von besonderer Wichtigkeit werden Versuche darüber sein, ob durch Behandlung des Bodens mit gewissen Reagentien ein Aufschluss über die Löslichkeit der darin vorhandenen Phosphorsäure gewonnen werden kann, und ob eine Untersuchung des Bodens in natürlichem Zustande nach der Richtung eine so grosse Abhängigkeit der Löslichkeit der Phosphorsäure von ihrer Verteilung erkennen lässt, dass hierdurch eine Grundlage für die praktische Verwertung der Beobachtungen gewonnen wird.

Die wichtigsten Ergebnisse der vorstehend beschriebenen Versuche lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Bei den vorstehend beschriebenen Vegetationsversuchen mit verschiedenen Moorböden verschwand die Wirkung einer Düngung mit Phosphorsäure zu Hafer nahezu völlig bei einem prozentischen Gehalt der Bodentrockensubstanz von 0,44 %, bei Weizen bei einem solchen von 1,23 %.

2. Die wasserlösliche Phosphorsäure übt nur auf den phosphorsäureärmeren Böden eine deutlich bessere Wirkung aus, als die Thomasmehl-Phosphorsäure von hoher Citratlöslichkeit. Die Nachwirkung der letztgenannten war hier jedoch im allgemeinen besser.

[1]) S. 3. Bericht über die Arb. der M.-V.-St. S. 549.

3. In einem Falle (Hafer) standen die Erträge, die bei Überschuss aller übrigen Nährstoffe ohne Phosphorsäuredüngung erzielt wurden, in annähernd demselben Verhältnis, wie der prozentische Gehalt der Bodentrockensubstanz oder (bei annähernd gleichem Volumgewicht) der absolute Gehalt an Phosphorsäure in dem gleichen Bodenraume, im zweiten Falle (Weizen) war die Übereinstimmung weniger gut. Abgesehen von dem durch die Analyse zu ermittelnden prozentischen oder absoluten Gehalt des Bodens an Phosphorsäure und der Species der angebauten Gewächse ist für das Phosphorsäurebedürfnis derartiger Moorböden massgebend die Art des Vorkommens (Verteilung im Boden) und die Form der chemischen Verbindung (Vivianit, phosphorsaures Eisenoxyd). Auf diese Umstände sind wahrscheinlich auch die verschiedenen Ergebnisse, die bei Untersuchung des Phosphorsäurebedürfnisses verschiedener Böden bei derselben Versuchsfrucht aufgefunden wurden, mit zurückzuführen. Es wird versucht werden müssen, für diese für die Beurteilung des Düngerbedürfnisses des Bodens wichtigen Verhältnisse einen praktisch brauchbaren Massstab zu finden. Auf alle Fälle wird bei Boden von gleichem Gehalt an Phosphorsäure für denjenigen ein grösseres Verlangen nach einer Phosphorsäuredüngung zur Hervorbringung befriedigender Ernten angenommen werden dürfen, in dem die Verteilung der Phosphorsäure unvollkommener ist (gröbere Konkretionen von Eisenoxydhydrat). Ebenso wird unter denselben Bedingungen ein Boden, der die Phosphorsäure an Eisenoxydul (Vivianit) oder Eisenoxyduloxyd (Zwischenstufen zwischen Vivianit und Eisenoxydphosphat) gebunden enthält, weniger phosphorsäurebedürftig sein, als der Boden, in dem dieselbe als phosphorsaures Eisenoxyd vorhanden ist.

Es sei schliesslich noch hervorgehoben, dass vorstehende Versuche auf nicht mit Sand gedecktem Moorboden angestellt wurden. Durch die Bedeckung des Moores mit Sand nach Art der Rimpau'schen Moordammkultur werden die Verhältnisse für das Löslichwerden der Thomasmehl-Phosphorsäure, namentlich in den ersten Jahren, in denen die Sanddecke sehr arm an organischen Substanzen ist, ungünstiger als im Moorboden selbst. Es wird durch besondere Versuche in Gefässen und auf freiem Felde ermittelt werden müssen, wie unter solchen Verhältnissen sich die Wirkung der wasserlöslichen Phosphorsäure des Superphosphates zu der der citratlöslichen des Thomasmehles verhält. Versuche, die eine Methode ermitteln sollten, die in Form von Vivianit vorhandene Phosphorsäure, ähnlich wie bei Herstellung des sogen. Wyborgphosphates,[1]) in eine leicht lösliche Form überzuführen, haben zu einem durchaus positiven Ergebnis geführt.[2]) Mit den im kleinen beim Laboratoriumsversuch gewonnenen Produkten werden zunächst in diesem Jahre Vegetationsversuche angestellt. Vielleicht hat die Angelegenheit für Gegenden, in denen Vivianit sich in reichlicheren und abbauwürdigen Mengen findet, mehr als eine bloss theoretische Bedeutung.

[1]) Mitt. d. Vereins z. Förd. d. Moorkultur 1897, No. 23.

[2]) Siehe darüber die Abhandlung von Schütte weiter unten.

3. Über das Optimum des Wassergehaltes des Bodens bei Vegetationsversuchen mit Niederungsmoorboden.

Die nachfolgenden Versuche tragen zunächst nur den Charakter von Vorversuchen, ihre Ergebnisse sind jedoch interessant genug, um eine Mitteilung derselben zu rechtfertigen.

Bei Vegetationsversuchen mit Hochmoor- und Niederungsmoorboden wurde der Inhalt der Gefässe bislang gleichmässig nahezu mit Wasser gesättigt gehalten. Wenn bei diesem Verfahren bei Hochmoorboden auch das Optimum der Wasserverhältnisse erreicht zu sein scheint, so liess eine Reihe verschiedener Beobachtungen, wie solche auch schon in der ersten Abhandlung dieses Abschnittes mitgeteilt sind, dieses für Niederungsmoorboden zweifelhaft erscheinen. Da für eine grössere Versuchsreihe es zunächst an Raum und Gefässen fehlte, so wurde vorerst eine kleinere mit Niederungsmoorboden im Jahre 1897 in denselben Gefässen ausgeführt, die im Vorjahr zu einem ähnlichen Versuch mit Hochmoorboden gedient hatten. Zu dem Versuche wurde ein sehr gut zersetzter, krümeliger, nicht zur Verdichtung neigender, kalk- und stickstoffreicher Niederungsmoorboden aus der Wümmeniederung bei Ottersberg, Regierungsbezirk Stade, benutzt. Die Gefässe fassten 2679,6 *g* trocken gedachten Moorboden, der während des Versuches nach folgendem Plane mit Wasser versorgt wurde:

	Hafer	Ölrettich
Boden mit 75 Gewichtsprozent Wasser	319	323
„ „ 65 „ „	320	324
„ „ 60 „ „	321	325
„ „ 55 „ „	322	326

Der bezeichnete Feuchtigkeitsgehalt wurde während des Versuches dadurch hergestellt, dass die Gefässe durch Nachgiessen von Wasser auf dem hierfür berechneten Gewicht gehalten wurden. Der Feuchtigkeitsgehalt ist also der Durchschnitt an Feuchtigkeit in Gewichtsprozenten im ganzen Gefäss. Es ist bei grösseren Vegetationsgefässen nicht möglich, dass der Wassergehalt der verschiedenen Schichten eines Vegetationsgefässes derselbe bleibt. Die oberen Schichten werden direkt mehr Wasser an die Luft und, da bei ihnen sich das Wurzelsystem zunächst stärker ausbreitet, auch mehr Wasser an die Wurzeln abgeben, während die tieferen Schichten in ihrem Wassergehalt durch diese Umstände in geringerem Grade beeinflusst werden. Andererseits wird bei höherer Feuchtigkeit der tieferen Lagen ein zu starker Wasserverlusst der Oberflächenlagen in seinen schädlichen Wirkungen dadurch geschwächt werden, dass die in das feuchtere Erdreich dringenden tieferen Wurzeln die Pflanzen mit Wasser versorgen. Nach der Richtung in einer Anzahl von Gefässen völlig gleiche Verhältnisse innezuhalten ist nahezu unmöglich. Es ist daher nicht ausgeschlossen, dass die für die Entwicklung der Pflanzen massgebenden Gehalte an Feuchtigkeit bei den nachstehenden Versuchen sich nicht genau mit den angegebenen Durchschnittsgehalten decken. Vorläufig ist kein anderer Weg zur Be-

antwortung der gestellten Frage sichtbar, und die auf demselben erreichten Resultate versprechen nicht allein für die Methodik der Vegetationsversuche auf Niederungsmoor, sondern auch für andere wichtige Fragen, die diese Moorbodenart betreffen, von Bedeutung zu werden.

Die Grunddüngung bestand für jedes Gefäss in 5 *g* 38 %igem Düngersalz (Chlorkalium) und 8 *g* Thomasmehl. Gesät wurde am 24. April 1898. Am 28. Mai ist ein Zurückbleiben der Gewächse der trockener gehaltenen Gefässe deutlich erkennbar, am 28. Juni ist beim Hafer auf dem Gefässe No. 323 (höchster Wassergehalt) ein Zurückbleiben gegenüber No. 324 deutlich wahrzunehmen. Während auf allen übrigen Gefässen der Hafer in Rispen steht, sind hier erst bei 4 Pflanzen die Spitzen der Rispen sichtbar. Auch ist die Farbe der Pflanzen auf Gefäss No. 323 entschieden heller, als die der übrigen. Die beigefügten Tafeln XIV und XV stellen eine Aufnahme vom 12. Juni 1897 dar.

Das Resultat der Ernteermittlung ist in der folgenden Tabelle zusammengefasst:

Nummer der Gefässe	Feuchtigkeitsgehalt des Bodens in Gewichtsprozenten	Ertrag pro Gefäss an Trockensubstanz *g*			Gehalt der Trockensubstanz an Stickstoff %		Gesamtgehalt der Ernte an Stickstoff *g*		
		Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh
Ölrettich.									
319	75	14,14	54,32	68,46	3,39	0,46	0,380	0,253	0,633
320	65	14,17	50,43	64,60	3,34	0,47	0,473	0,240	0,713
321	60	12,21	48,80	61,01	3,39	0,48	0,414	0,237	0,651
322	55	12,66	41,30	53,96	3,61	0,40	0,457	0,164	0,621
Hafer.									
323	75	23,92	64,14	88,06	1,66	0,48	0,308	0,704	0,704
324	65	39,83	65,55	105,38	1,49	0,37	0,244	0,837	0,837
325	60	37,94	56,02	93,96	1,69	0,41	0,228	0,868	0,868
326	55	24,82	56,29	81,11	2,07	0,52	0,294	0,808	0,808

Bei der Blattfrucht, dem Ölrettich, ist der höchste Ertrag bei dem grössten Feuchtigkeitsgehalte des Bodens erzielt worden, mit fallendem Wassergehalte im Boden nimmt der Ertrag an Gesamt-Erntemasse und an Stroh stetig ab; nicht ganz regelmässig verhält sich in der Richtung der Ertrag an Korn. Die Unterschiede zwischen Gefäss No. 319 (75 % Wasser) und No. 320 (65 % Wasser), sowie zwischen No. 321 (60 % Wasser) und No. 322 (55 % Wasser) im Körnerertrage sind verschwindend klein; in beiden Fällen ist auf dem trockenen Boden ein etwas höherer Körnerertrag erzielt worden. Es muss vorläufig dahingestellt bleiben, ob diese Erscheinung

eine zufällige ist. Die Versuche werden im laufenden Jahre in grösserem Umfange wiederholt. Sehr deutlich tritt bei Hafer dagegen die ungünstige Wirkung des höchsten Wassergehaltes im Boden hervor. Das Maximum des Ertrages ist bei einem Wassergehalte von 65 Gewichtsprozent gewonnen worden, der zweithöchste bei 60, der dritthöchste bei 75 und der niedrigste bei 55 %. Bei Hafer treten jedoch die Unterschiede zwischen den Gefässen mit 75 % und 65 % Feuchtigkeit und mit 60 % und 55 % Feuchtigkeit vorwiegend beim Korne, in geringerem Grade beim Stroh auf. Der Körnerertrag ist nahezu derselbe bei dem höchsten und niedrigsten Gehalte an Feuchtigkeit einerseits und bei den mittleren Feuchtigkeitsgraden andererseits. Ob diese merkwürdige Erscheinung regelmässig auftritt, ist durch die Fortsetzung der Versuche festzustellen. Man kann von vornherein annehmen, dass Blattpflanzen und Halmfrüchte wegen ihres sehr verschiedenen Verdunstungsvermögens für Wasser in verschiedener Weise durch einen zu hohen oder zu niedrigen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens beeinflusst werden. Von allem anderen abgesehen, wird hierfür besonders die Beschaffenheit des Bodens eine grosse Bedeutung haben. Wenn auch die Verhältnisse des Vegetationsversuches in freistehenden Gefässen von denen in der Natur herrschenden gerade bei der in Rede stehenden Frage sehr abweichen, so zwingen doch die beim Vegetationsversuche gewonnenen Ergebnisse zu dem Schlusse, dass die Regulierung des Feuchtigkeitsgehaltes in der freien Natur bei Kultur der Niederungsmoore eine nicht geringere Rolle spielt. Leider fehlen bis jetzt für die Beurteilung dieser Verhältnisse die unerlässlichen wissenschaftlichen Grundlagen nahezu vollkommen. Die Ursachen der günstigen Wirkungen einer Sanddecke auf für die Umwandlung in Rimpausche Moordammkulturen geeigneten Mooren sind im allgemeinen ermittelt. Auf Grund einer Reihe von Erfahrungen und Urteilen, die sich vielfach mehr auf das Gefühl, als auf exakte wissenschaftliche Forschung gründen, ist eine allgemeinere Norm für die Senkung des Grundwasserspiegels auf zu besandenden Kulturen aufgestellt und im Gebrauch; über die Beziehungen, die zwischen der Moorbeschaffenheit in physikalischer und chemischer Hinsicht, dem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens und der Ertragsfähigkeit für die angebauten Früchte bestehen, wissen wir so gut wie nichts, wenn es sich nicht gerade um sehr extreme Verhältnisse handelt. Der Forschung steht hier ein unendliches Gebiet offen, dessen umfassende Bearbeitung reichen Lohn verspricht und die noch fehlenden wissenschaftlichen Fundamente für die praktisch zum Glücke in der Mehrzahl der Fälle erfolgreich anzuwendende Methode der Moordammkultur nach Rimpau schaffen muss; andererseits werden wir jedoch erst dann, wenn diese Fragen einigermassen geklärt sein werden, Sicherheit in der Beurteilung von Vorkommnissen in der Praxis der Moorkultur gewinnen, bei denen trotz aller Vorsicht bei Ausführung der Kulturen die Erfolge den gehegten Erwartungen sehr wenig entsprechen.

In der ersten Abhandlung dieses Abschnittes habe ich bereits die Vermutung ausgesprochen, dass die Frage der Wirkung einer Stickstoff-

düngung auf stickstoffreichen Niederungsmooren mit der Frage der Entwässerung und Durchlüftung auf das engste zusammenhängt. Die in obiger Tabelle angegebenen Stickstoffmengen der auf den verschiedenen Gefässen geernteten Pflanzen sprechen ebenfalls hierfür. Bei Ölrettich ist der Gesamt-Stickstoff der Ernte am geringsten in dem am wenigsten feuchten Boden, doch nur wenig kleiner, als in dem wasserreichsten. Die Gefässe mit mittlerem Feuchtigkeitsgehalte haben den höchsten Stickstoffertrag. Ebenso verhält es sich mit Hafer, nur mit dem Unterschiede, dass hier in dem wasserreichsten Gefässe der Stickstoffertrag weitaus am geringsten ist. Was besonders bemerkenswert ist: der Stickstoffertrag fällt oder steigt nicht immer dadurch, dass eine höhere Gesamternte erzielt wurde, sondern ist unter Umständen bei kleinerer Gesamternte höher, als bei höheren Gesamterträgen (No. 324 und 325 und No. 323 und 326 ebenso No. 319 und 320). Wir sind wohl zu dem Schlusse berechtigt, dass die Umwandlung von organischen Stickstoffverbindungen des Moorbodens in Salpetersäure in hohem Grade von dem Wassergehalte desselben abhängig ist, und dass es auch hierfür ein Optimum giebt, von dem sich der Zustand in dem sehr feuchten oder relativ trockenen Boden gleichmässig entfernt. Die vorliegenden Beobachtungen, namentlich von Dehérain[1]) über die Nitrifikation und von Wollny u. a.[2]) über den Zerfall organischer Stoffe stimmen hiermit vollkommen überein. Die Feuchtigkeit braucht dabei wahrscheinlich nicht einmal innerhalb solch weiter Grenzen zu schwanken, dass zum Beispiel an eine Erschwerung der Durchlüftung infolge der Erfüllung der Bodenporen mit Wasser bei höherem Wassergehalte gedacht werden muss. Versuche dieser Richtung sind bereits eingeleitet, werden aber bei der ausserordentlichen Wichtigkeit des Gegenstandes und der Ausdehnung der zu bearbeitenden Fragen erst nach längerer Zeit günstigsten Falles ein Ergebnis erwarten lassen.

II. Versuche mit Hochmoorboden.

1. Die Wirkung der Untergrundkalkung auf Hochmoorboden.

Zweck und Bedeutung der Vertiefung des Wurzelbettes der Pflanzen auf dem Hochmoorboden durch Entsäuerung der in natürlichem Zustande den Wurzeln der Kulturpflanzen unzugänglichen Moostorflagen unter der Ackerkrume (Untergrund in landwirtschaftlichem Sinne) sind in dem Abschnitte über die Wirkung der kalkhaltigen Meliorationsmittel (S. 141) eingehend dargelegt. Die in folgendem zu beschreibenden Vegetationsversuche wurden in der Absicht angestellt, die Wirkung der Untergrundkalkung unter den Bedingungen des Vegetationsversuches zu ermitteln. Zu dem Versuche dienten Steingutgefässe oben beschriebener Art von 53 *cm* Höhe mit seitlichem Tubus unten und etwa 43 *l* Inhalt. Sie wurden gleichmässig bis etwa 17 *cm* unter Rand mit Moostorf, darüber bis 2 *cm* unter

[1]) Siehe auch Wollny, Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildung. Heidelberg 1897, S. 126.

[2]) A. a. O, S. 124.

Rand mit besser zersetztem Hochmoor aus der Oberflächenschicht, sogen. Heidehumus, gefüllt. Die Oberflächenschicht sämtlicher Gefässe erhielt gleichmässig eine Düngung von 28 *g* gebranntem Kalk (entsprechend 4000 *kg* pro Hektar), 3,6 *g* Chlorkalium mit 38 % Kali (ca. 200 *kg* Kali pro Hektar), 6,9 *g* Thomasmehl (ca. 175 *kg* Phosphorsäure pro Hektar) und insgesamt 0,7 *g* Stickstoff in Form von Chilisalpeter in Lösung in 4 Portionen. Die im Untergrund gekalkten Gefässe erhielten in die oberste Schicht desselben von 10 *cm* Stärke 14 *g* gebrannten Kalk zugemischt. Die Tiefe des Wurzelbettes war mithin (ohne Rücksicht auf das Setzen des Bodens) in den nur in der Oberfläche gekalkten Gefässen 15 *cm*, in den übrigen 29 *cm*.

Die Gefässe standen im Freien, wurden ausser durch Regen nur in sehr dürrer Zeit auf der Oberfläche begossen, im übrigen durch den seitlichen Tubus mit Wasser versorgt. Der Grundwasserstand war so eingerichtet, dass er in allen Gefässen ganz gleichmässig tief unter der Oberfläche stand und im Niveau des in den Gefässen vorhandenen Siebeinsatzes gehalten wurde. Die im allgemeinen gute Übereinstimmung der Kontrollgefässe beweist, dass auf diese Weise bei Versuchen mit Moorboden eine gleichmässige Wasserversorgung der Pflanzen möglich ist.

Die Bestellung der verschiedenen Gefässe ergiebt sich aus dem folgenden Versuchsplane:

Versuchsfrucht	In der Oberfläche gekalkt Gefäss No.	In der Oberfläche und im Untergrund gekalkt Gefäss No.
Kartoffeln	401, 402	403, 404
Moorhafer	405, 406	407, —
Pferdebohnen	501, 502	503, 504
Sommerroggen	505, 506	507, 508

Beobachtungen während der Vegetation.

28. Mai 1896: No. 507 und 508 anscheinend besser als 505 und 506. 6. Juni 1896: Wirkung der Untergrundkalkung bei No. 507 und 508 deutlich erkennbar, kräftigerer Wuchs, stärkere Halme, dunklere Farbe. No. 407 etwas dunkler als 405 und 406. 23. Juli 1896: Hafer hat auf No. 407 einen entschiedenen Vorsprung vor 405 und 406. Nach der Ernte am 6. August 1896 wurde der Boden sofort ausgehoben. Die Wurzeln waren in die nichtgekalkte Untergrundschicht nicht eingedrungen, die Wurzeln der Halmfrüchte zeigten dort, wo sie den sauren Moostorf berührten, eigentümliche knollige Verdickungen.

Das Ergebnis der Ernteermittlung ist in folgender Tabelle zusammengefasst:

(Siehe Tabelle Seite 293.)

Die Übereinstimmung in den Erträgen der Kontrollgefässe ist bei Kartoffeln und Pferdebohnen weniger gut als bei Halmfrucht, wohl deshalb, weil bei erstgenannten die Auswahl gleichen Saatgutes recht schwer, bei Pferdebohnen der Schotenansatz selten gleichmässig ist. Die günstige Wirkung der Wurzelbettvertiefung durch Untergrundkalkung tritt in allen Fällen und sowohl im Korn- wie Strohertrag hervor. Auf die Gesamternte berechnet ist sie bei den vier Früchten nahezu gleich (16—18 %). Bei dem oben mitgeteilten Feldversuch (S. 133) beträgt die Gesamternte bei Untergrundkalkung, wenn sie bei Oberflächenkalkung gleich 100 gesetzt wird,

bei Moorhafer im Mittel 111,
„ Kartoffeln „ „ 117.

Die Steigerung mithin 11 und 17 %, ein Ergebnis, das mit dem des oben mitgeteilten Vegetationsversuches befriedigend übereinstimmt.

Nummer der Gefässe	Frucht	Ertrag an Trockensubstanz Knollen oder Korn	Stroh	Korn und Stroh	Mittlerer Ertrag an Trockensubstanz pro Gefäss	Ertrag ohne Untergrundkalkung = 100
401	Kartoffeln	65,96	—	—	68,27	100
402	„	70,57	—	—		
403	„	75,94	—	—	79,12	116
404	„	82,31	—	—		
405	Moorhafer	47,26	28,43	75,69	74,73	100
406	„	46,88	26,89	73,77		
407	„	55,29	33,03	88,32	88,32	118
501	Pferdebohnen	21,43	53,21	74,64	77,46	100
502	„	19,84	60,44	80,28		
503	„	26,43	67,49	93,92	90,95	117
504	„	18,93	69,05	87,78		
505	Sommerroggen	22,08	52,32	74,40	73,71	100
506	„	20,94	52,09	73,03		
507	„	24,92	62,10	87,02	86,00	117
508	„	24,89	60,09	84,98		

2. Über die Wirksamkeit von natürlich vorkommenden Verbindungen der Phosphorsäure und des Eisens (Vivianit, Roterde) auf Hochmoorboden.

In der Abhandlung über das Bedürfnis verschiedener Niederungsmoorböden nach einer Düngung mit Phosphorsäure (S. 274) ist bereits auf das Vorkommen der oben genannten Verbindungen in manchen Niederungsmooren in grösserer Menge hingewiesen worden. In Gegenden, wo derartige Niederungsmoore nicht allzuweit vom Hochmoor entfernt liegen, wird die sogen. Roterde mit Vorliebe zur Verbesserung des Hochmoorbodens, namentlich auf Moorwiesen, verwendet. So geschieht dieses seit alters her in den Moorkolonien in der Umgegend von Bremen. Über die Gründe, auf die die offenbar günstige Wirkung der phosphorsäurehaltigen Roterde zurückzuführen ist, sind sich die Kolonisten natürlich nicht klar gewesen, man hat zufällig den Erfolg beobachtet und bringt seitdem auch heute noch mit grossen Mühen und Kosten grosse Mengen von Roterde auf, dort, wo die Gewinnung und der Transport der Roterde durch die Lage derselben und der zu düngenden Flächen an Schiffahrtskanälen erleichtert sind, nicht selten solche Massen, dass der Boden 10—15 *cm* hoch mit einer Roterdeschicht bedeckt wird. Die Wirkung hält dann verhältnismässig lange an; vielfach fällt hierbei übrigens die nicht unerhebliche Erhöhung der zu niedrig gelegenen Flächen über den Grundwasserspiegel ins Gewicht. Es war jedenfalls von besonderem Interesse, den Wert der Phosphorsäure der Roterde

und im Anschluss daran der Blaueisenerde (Vivianit) für den Hochmoorboden zu ermitteln. Zu dem Zweck wurden die folgenden Versuche angestellt, bei denen zum Vergleich Thomasmehl benutzt wurde.

Die *Roterde* stammte aus dem Bourtanger Moor (Adorf) und enthielt 2,08 % Phosphorsäure.

Die *Blaueisenerde* (Vivianit) stammte vom Dominium Bredzzewo im Regierungsbezirk Posen und enthielt 14,51 % Phosphorsäure.

Das Thomasmehl war wie folgt zusammengesetzt:

Gesamt-Phosphorsäure . . .	17,15 %.
Citratlösliche Phosphorsäure .	15,54 „

Sämtliche Phosphate gelangten in Form von Feinmehl zur Verwendung. Der zu den Versuchen benutzte Boden entstammte einer bislang nicht gedüngten und nicht kultivierten Hochmoorfläche der Versuchswirtschaft im Maibuscher Moor. Der die tieferen Schichten darstellende Moostorf war noch völlig unzersetzt und faserig, der Heidehumus der Oberfläche dagegen schon besser humifiziert und von dunkler Färbung.

100 Teile der völlig trocken gedachten Bodenproben enthielten (in der Asche ermittelt):

	Oberfläche	Tiefere Schicht
Verbrennliche Stoffe	92,59	95,52
Darin Stickstoff	1,37	1,04
Mineralstoffe	7,41	4,48
In Salzsäure Unlösliches . . .	5,99	3,03
Kalk	0,23	0,23
Magnesia	0,21	0,23
Eisenoxyd und Thonerde . . .	0,60	0,42
Manganoxyduloxyd	0,10	0,02
Schwefelsäure[1])	0,19	0,25
Phosphorsäure	0,10	0,07

Die Zusammensetzung des Bodens war demnach die eines Hochmoorbodens von guter Beschaffenheit.

Die Versuche wurden in Glasgefässen von etwas über 9 *l* Inhalt angestellt, die von einem Blechmantel umgeben waren. Der Plan der Versuche war folgender:

Grunddüngung: 8 *g* Kainit, 13 *g* gebrannter Kalk pro Gefäss, Chilisalpeter in Lösung, insgesamt 0,6 *g* Stickstoff enthaltend, in 3 Portionen.

Differenzdüngung:

No. 327 nichts.
„ 328 0,2573 *g* Phosphorsäure in Thomasmehl (1).
„ 329 0,5146 „ „ „ „ (2).
„ 330 0,2573 „ „ „ Roterde (1).
„ 331 0,5146 „ „ „ „ (2).
„ 332 0,7719 „ „ „ „ (3).

[1]) In der ohne Zusatz von Kalk oder Alkali gewonnenen Asche bestimmt.

No. 334 0,2573 *g* Phosphorsäure in Vivianit (1).
„ 335 0,5146 „ „ „ „ (2).
„ 336 0,7719 „ „ „ „ (3).

Die Düngung mit Phosphorsäure entsprach rund 85, 170 und 255 *kg* pro Hektar.

Angebaut wurde *Sommerroggen*. Die Düngemittel waren dem Boden erst kurz vor Beginn des Versuches in der Oberflächenschicht bis 15 *cm* Tiefe beigemischt worden (24. April 1896); gesäet wurde am 27. Mai 1896. Die Einrichtung von Kontrollversuchen war leider aus Mangel an Gefässen nicht möglich, die Deutlichkeit des Resultates lässt jedoch nichts zu wünschen übrig.

Am 13. Juni 1896 wurde die durchschnittliche Länge der Pflanzen wie folgt bestimmt:

327 25 *cm*,	330 35 *cm*,	333 35 *cm*.
328 75 „	331 40 „	334 50 „
329 80 „	332 45 „	335 65 „

Die beigefügten Photographien (Tafel XVI) wurden am 20. Juni 1896 aufgenommen. Ernte: 22. August 1896.

Nach der Aberntung des Sommerroggens wurde weisser Senf eingesäet, der sich jedoch schlecht entwickelte und grün geschnitten wurde.

Das Ernteergebnis sowie der Gehalt der Ernte an Phosphorsäure ist in der nachstehenden Tabelle aufgeführt. In dem geernteten Senf wurde die Phosphorsäure nicht ermittelt.

No.	Differenzdüngung	Ertrag an Trockensubstanz (*Sommerroggen*) *g*			Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure %		Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure *g*	Ertrag an Trockensubstanz (*Senf*) *g*
		Korn	Stroh	Korn u. Stroh	Korn	Stroh		
327	Ohne Phosphorsäure	0,23	4,70	4,93	1,13	0,13	0,009	0,37
328	Thomasmehl 1	10,30	28,87	39,17	0,55	0,08	0,080	0,71
329	„ 2	19,32	43,90	63,22	0,57	0,07	0,139	3,17
330	Roterde 1	2,09	9,00	11,09	0,86	0,17	0,033	0,53
331	„ 2	3,27	14,42	17,69	0,92	0,24	0,065	1,02
332	„ 3	5,14	21,64	26,78	0,97	0,22	0,098	0,79
334	Vivianit 1	1,81	10,35	12,16	0,93	0,25	0,042	0,70
335	„ 2	8,15	21,80	29,95	0,81	0,17	0,103	1,63
336	„ 3	13,68	32,82	46,50	0,75	0,16	0,155	5,86

Wir beobachten zunächst bei Sommerroggen eine sehr starke Wirkung der Thomasmehl-Phosphorsäure, die auch in der stärkeren Gabe noch gut zur Wirkung gelangt. Roterde wie Vivianit zeigen ebenfalls eine deutliche Wirkung; die der Roterde ist jedoch, wenn wir von dem niedrigen Ertrag bei der kleinsten Vivianitmenge absehen, sehr viel schwächer, namentlich ist die Körnerbildung bei Roterdedüngung sehr gering. Es geht das aus

dem Verhältnis von Korn zu Stroh bei den Gefässen mit gleichen Phosphorsäuremengen in Form der drei verschiedenen Phosphate hervor. Dasselbe stellt sich bei:

Thomasmehl	wie	1 : 2,46	(No. 328 und 329),
Roterde	„	1 : 4,35	(No. 330 „ 331),
Vivianit	„	1 : 3,23	(No. 334 „ 335).

Die Erträge an Trockensubstanz (Korn und Stroh) verhalten sich bei der gleichen Düngung wie folgt:

Thomasmehl : Roterde : Vivianit
3,56 : 1 : 1,46,

die Erträge an *Korn* wie

5,52 : 1 : 1,86.

Der Vivianit ist mithin ein sehr viel wirksameres Phosphorsäure-Düngemittel als die Roterde. Letztere stellt offenbar eine sehr langsam fliessende Phosphorsäurequelle dar. Es kommt das namentlich auch bei der stärksten Dosis zum Ausdruck. Der Ertrag auf Gefäss No. 332 steht sehr weit noch hinter dem bei schwächster Thomasmehldüngung zurück, während die stärkste Düngung mit Vivianit (Gefäss No. 336) einen höheren Ertrag sowohl an Korn wie Stroh gebracht hat, als die schwächste Thomasmehlgabe. Die in der Ernte vorhandenen Mengen Phosphorsäure sind bei Düngung mit Roterde und mit Vivianit verhältnismässig gross im Vergleich zu Thomasmehl, sowohl was den prozentischen wie absoluten Gehalt betrifft. Die Pflanzen reiften auf den mit Roterde und Vivianit gedüngten Gefässen erheblich später als bei Thomasmehldüngung. Sie haben daher länger Zeit gehabt, Phosphorsäure aufzunehmen, die zwar nicht mehr zur Vermehrung der Erntemasse verwendet werden konnte, jedoch eine Anreicherung derselben mit Phosphorsäure verursachte.

Wenn bei dem nach Aberntung des Roggens gebauten Senfe das Ergebnis auch etwas durch ungleichmässiges Aufgehen getrübt wurde, so tritt doch namentlich die günstige Nachwirkung des Vivianits sehr deutlich hervor, während die der Thomasmehl-Phosphorsäure wider Erwarten gering ist. Wir werden hierauf weiter unten noch zurückkommen.

Um zu ermitteln, ob ähnliche Unterschiede zwischen der Löslichkeit der Phosphorsäure der Roterde und des Vivianits in chemischen Lösungsmitteln bestehen, wie sie im Moorboden aufgetreten sind, wurde das Verhalten derselben gegen $^1/_2\,^0/_0$ Oxalsäure, Citronensäure, Salzsäure, Essigsäure, halb mit Kohlensäure gesättigtes Wasser, Citratlösung (nach WAGNER) und gegen Moorboden selbst untersucht. Bei der Behandlung mit den genannten Lösungsmitteln wirkten auf je 200 *mg* Phosphorsäure in Form von Roterde und Vivianit ein 1500 *ccm* des Lösungsmittels, bei Behandlung mit Moor (nicht gekalktes Hochmoor aus dem Maibuscher Moore) eine 100 *g* Moortrockensubstanz entsprechende Menge auf 100 *mg* Phosphorsäure bei Gegenwart von 1500 *ccm* Wasser. Die Behandlung mit WAGNER'scher Citratlösung geschah genau nach den für Thomasmehle gegebenen Vorschriften, nur wurde das Filtrat nachher unter Zusatz von Kalkmilch eingedampft, ver-

ascht und die Phosphorsäure nach der Molybdänmethode bestimmt. Sämtliche Versuche wurden doppelt ausgeführt; die in der nachfolgenden Zusammenstellung angegebenen Zahlen sind die Mittel aus den gut übereinstimmenden Kontrollbestimmungen. Die Ergebnisse werden bei Einwirkung gleicher Mengen verdünnter Säuren auf Roterde und Vivianit dadurch zu Ungunsten der Löslichkeit der Roterde-Phosphorsäure verschoben, dass die in der Roterde enthaltenen grossen Mengen von Eisenoxydhydrat Säuren binden, dadurch die Acidität der Lösung schwächen. Die Verhältnisse im Boden liegen jedoch betreffs der Humussäuren ähnlich, so dass wohl ein Vergleich zwischen der Löslichkeit in chemischen Mitteln und der durch die lösende Wirkung der Humussäuren im Boden vermittelten physiologischen Wirksamkeit versucht werden darf.

Aus 100 Teilen Phosphorsäure gingen unter den beschriebenen Versuchsbedingungen in Lösung:[1])

	Vivianit	*Roterde*
1/2 % Salzsäure	89,34 %	25,02 %.
1/2 „ Oxalsäure	98,56 „	84,48 „
1/2 „ Citronensäure	89,70 „	25,57 „
1/2 „ Essigsäure	22,94 „	0,77 „
Halb mit Kohlensäure gesättigtes Wasser	6,02 „	1,82 „
Citratlösung (für Thomasmehle nach Wagner)	34,70 „	15,02 „
Maibuscher Hochmoor	29,88 „	2,75 „

Die Unterschiede in der Löslichkeit der Phosphorsäure sind hiernach, von der Oxalsäure abgesehen, sehr viel grösser, als die in ihrer Wirksamkeit in verschiedener Form. Die Mengen der bei Roterde- und Vivianitdüngung geernteten Trockensubstanz verhalten sich wie

1 : 1,59,

die darin enthaltenen Phosphorsäuremengen wie

1 : 1,55,

während das Verhältnis der Löslichkeit, von dem einen Falle abgesehen, ein sehr viel weiteres ist. Dass im Boden der Vegetationsgefässe nicht entfernt der grosse Prozentsatz von Phosphorsäure innerhalb einer bestimmten Zeit in Lösung gehen kann, wie bei Aufschliessungsversuchen mit Böden im Laboratorium, ist leicht verständlich. Die Bedingungen der Einwirkung von Lösungsmittel und Phosphat sind in letzterem Falle sehr viel günstiger, daher die gelösten Mengen erheblich grösser.

Im Jahre 1898 wurden die Versuche in denselben Gefässen fortgesetzt, um die Nachwirkung der einzelnen Phosphate zu untersuchen. Während des Winters standen die Gefässe auf dem Speicher des Stationsgebäudes und wurden durch zeitweiliges Begiessen in ihrem normalen Feuchtigkeitszustande erhalten. Anfang März wurde die Oberflächenschicht aller Gefässe gleichmässig mit je 8 *g* Kainit gedüngt, Chilisalpeter wurde in 3 Portionen in Lösung, insgesamt 0,5 *g* Stickstoff pro Gefäss, am 1. Mai, 17. Mai und

[1]) Die chemischen Untersuchungen wurden durch H. Minssen ausgeführt.

5. Juni 1897 gegeben. Besäet wurden die Gefässe am 24. April mit schwarzweissem Moorhafer. Die beigefügte Aufnahme (Tafel XVII) stammt vom 17. Juli 1897. Das Ergebnis der Ernte und deren Untersuchung auf Phosphorsäure, sowie die hierauf sich gründenden Berechnungen der Entnahme von Phosphorsäure sind in der folgenden Zusammenstellung enthalten.

Moorhafer 1897.

No. der Gefässe	Differenzdüngung im Jahre 1896	Ertrag an Trockensubstanz g			Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure		Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure	Rest an in der Düngung zugeführter Phosphorsäure im Jahre 1897	Ausnutzung der Düngerphosphorsäure im Jahre 1896	Ausnutzung des Restes der Düngerphosphorsäure im Jahre 1897
		Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn %	Stroh %	%	%	%	%
327	Ohne Phosphorsäure	0,59	4,69	5,28	0,51	0,17	0,011	—	—	—
328	0,2573 g Phosphorsäure in Thomasmehl	4,46	10,14	14,60	0,69	0,14	0,044	0,1863	27,6	17,7
[329	0,5146 „ Phosphorsäure in Thomasmehl	3,79	10,58	14,37	0,58	0,14	0,037	0,3846	25,3	6,8]
330	0,2573 „ Phosphorsäure in Roterde	3,07	8,70	11,77	0,55	0,15	0,030	0,2333	9,3	8,1
331	0,5146 „ Phosphorsäure in Roterde	6,49	13,17	19,59	0,59	0,09	0,052	0,4586	10,8	8,9
332	0,7719 „ Phosphorsäure in Roterde	9,86	15,98	25,84	0,67	0,09	0,080	0,6829	11,5	9,1
334	0,2573 „ Phosphorsäure in Vivianit	5,15	11,14	16,29	0,52	0,13	0,041	0,2243	12,8	13,4
335	0,5146 „ Phosphorsäure in Vivianit	12,08	19,07	31,15	0,65	0,08	0,095	0,4206	18,2	20,0
336	0,7719 „ Phosphorsäure in Vivianit	15,05	23,58	38,63	0,67	0,08	0,122	0,6259	18,9	17,7

Die Zahlen für die Ausnutzung der Düngerphosphorsäure sind in der Art berechnet worden, dass von dem in der Ernte der mit Phosphorsäure gedüngten Gefässe enthaltenen Phosphorsäurequantum dasjenige abgezogen wurde, das in der Ernte der nicht mit Phosphorsäure gedüngten Gefässe vorhanden war, und der Rest in Prozenten der gebotenen Phosphorsäuremenge berechnet wurde. Es ist an anderer Stelle ausgeführt, dass die Grundlagen dieser Berechnung nicht unter allen Umständen ganz zutreffend sind.[1]) Zum Vergleich der Entnahmen im vorliegenden Falle mag jedoch die Methode der Berechnung um so eher erlaubt sein, weil das vom Boden hergegebene Phosphorsäurequantum in jedem Falle sehr gering ist und die Zahlen dadurch nicht merklich beeinflusst werden, wenn die Inanspruchnahme der Bodenphosphorsäure in den mit Phosphorsäure gedüngten Gefässen vielleicht auch etwas stärker war, als in den ohne Phosphorsäure gebliebenen.

Es zeigt sich zunächst, was die Nachwirkung der Phosphorsäure in verschiedener Form betrifft, die auffallende Erscheinung, dass die der Thomasmehl-Phosphorsäure relativ gering ist. Bei Gefäss No. 329 ist wahrscheinlich ein Irrtum unterlaufen, die Zahlen für den Ertrag sind unwahrscheinlich, auch war während der Entwicklung, wie auch aus der beigefügten

[1]) Br. Tacke, Arbeiten der Deutsch. Landw.-Ges. Heft 20, S. 57.

Tafel ersichtlich, ein wenn auch nicht grosses Übergewicht der Pflanzen von 329 über die von 328 erkennbar. Im Vergleich zum Thomasmehl stellt sich die Nachwirkung der Phosphorsäure in Roterde ziemlich hoch; besonders kräftig ist die der Vivianit-Phosphorsäure.[1]) Die Ausnutzung derselben hat gegen das Jahr 1896 im Duchschnitt sogar zugenommen, während beim Thomasmehl das Entgegengesetzte der Fall ist, eine um so auffallendere Erscheinung, wenn man bedenkt, dass die Phosphorsäure des verwendeten Thomasmehls zu 90 % citratlöslich war. Ein Verlust von Phosphorsäure durch Ablaufwassser ist ausgeschlossen, ebenso ein Versinken von solcher innerhalb der Versuchsdauer in den sauren Moostorfuntergrund, wie durch analytische Untersuchungen in ähnlichen Fällen sicher dargethan worden ist. Wir müssen vor der Hand annehmen, dass die Phosphorsäure der Thomasschlacke schwerer löslich geworden ist, anstatt, wie man erwarten sollte, durch längere Einwirkung des Moorbodens leichter löslich zu werden. Es würde voreilig sein, aus dem vorstehenden Einzelversuch diesen Schluss zu ziehen, wenn nicht in anderen noch nicht abgeschlossenen Versuchsreihen eine ähnliche Erscheinung bei Thomasmehl beobachtet worden wäre. Es ist schon an anderer Stelle die Vermutung ausgesprochen worden,[2]) dass die durch Einfluss der Humussäure in Lösung gegangene Phosphorsäure durch irgend welche Prozesse (Absorption in kolloidaler Form?) schwerer löslich wird, und dass dieser Vorgang um so eher und um so stärker sich äussert, je schneller die Phosphorsäure des Phosphates zunächst in Lösung ging und sich im Boden verteilte. Damit steht allerdings das Verhalten der Vivianit-Phosphorsäure nicht ganz im Einklang. Besondere Untersuchungen werden über die Berechtigung dieser Annahme entscheiden müssen. Für die Praxis der Moorkultur würde hieraus folgen, dass man auf eine ausgiebige Nachwirkung der Phosphorsäure erst dann rechnen darf, wenn durch eine gewisse Anreicherung des Bodens eine Erschöpfung seiner Fähigkeit, Phosphorsäure fester zu binden, eingetreten ist. Die Versuche werden im Jahre 1898 in grösserem Umfange wiederholt.

Die vorliegenden Ergebnisse beweisen jedenfalls, dass die Wertschätzung der natürlich vorkommenden Phosphorsäureverbindungen für den Hochmoorboden von seiten der Pratiker nicht unberechtigt ist. Die Wirkung der Roterde würde bei den grossen Mengen, die in der Regel verwendet werden, namentlich auf Wiesen noch besser sein, wenn sie von vornherein bei Anlage derselben innig mit der Krume gemischt und dadurch ihre Löslichkeit befördert würde. Dort wo Vivianit zu erlangen ist, wird sogar seine Verwendung zu Ackerfrüchten auf Hochmoor ins Auge gefasst werden können, da bei genügenden Mengen in feiner Verteilung und bei zeitigem Aufbringen

[1]) Die Phosphorsäuremengen, die in dem 1896 nachgebauten Senf enthalten waren, sind nicht berücksichtigt, da Bestimmungen darüber nicht ausgeführt sind. Bei der geringen Ernte fallen sie übrigens nicht merklich ins Gewicht. Auch tritt hier schon die verhältnismässig starke Nachwirkung der Vivianit-Phosphorsäure hervor.

[2]) Protok. der Central-Moor-Kommission 38. Sitzung, Thätigkeitsbericht der Moor-Versuchs-Station für 1897.

er sicher eine Thomasmehldüngung selbst auf gekalktem und stark entsäuertem Hochmoorboden ersetzen kann. Für Hochmoorgegenden, die von den Gewinnungsstätten der Thomasmehle weit entfernt liegen, wird die Auffindung von nahegelegenen Vivianitvorkommen mit genügendem Phosphorsäuregehalt deshalb von besonderer Bedeutung sein.

3. Über das Optimum des Wassergehaltes des Bodens bei Vegetationsversuchen mit Hochmoorboden.[1])

In dem Abschnitt über den Einfluss einer verschieden starken Entwässerung auf die Höhe der Erträge auf Hochmoorboden[2]) ist eingehend dargelegt worden, wie wichtig eine zweckmässige Regulierung der Feuchtigkeitsverhältnisse für die Moorböden ist und wie vor allem Bedacht darauf genommen werden muss, den Hochmoorboden nicht zu stark zu entwässern, wenn nicht die Vegetation erheblichen Schaden erleiden soll. Bei Vegetationsversuchen mit Hochmoorboden wurde wie bei Niederungsmoor, namentlich mit Rücksicht auf die bei solchen herrschenden Wärme- und Durchlüftungsverhältnisse, der Boden gleichmässig annähernd mit Feuchtigkeit gesättigt gehalten. Es war jedoch unerlässlich, durch eine besondere Versuchsreihe einmal festzustellen, ob unter diesen Bedingungen die günstigsten Verhältnisse für das Gedeihen der Pflanzen in Vegetationsgefässen geschaffen werden. Die Versuche konnten vorläufig nur aus Mangel an Raum und Gefässen in beschränktem Umfange angestellt werden, lieferten jedoch ein so klares Ergebnis, dass auf die Darstellung derselben nicht verzichtet werden soll. Eine Ausdehnung derselben unter Verwendung verschiedener Hochmoorbodenformen ist für die Zukunft geplant.

Zu den Versuchen dienten mit Blechmantel umgebene Glasgefässe. Dieselben wurden mit Hochmoorboden aus dem Maibuscher Moor gefüllt, unter Nachahmung der natürlichen Lagerungsverhältnisse durch Einfüllen eines Moostorfuntergrundes bis etwa 17 *cm* unter Rand und einer Heidehumusschicht als Oberfläche bis 2 *cm* unter Rand. Die Feuchtigkeitsverhältnisse wurden in den verschiedenen Gefässen so eingerichtet, dass in zweien der Boden völlig mit Wasser gesättigt war. Die schon bei dem Bericht über die Versuche auf Niederungsmoorboden hervorgehobene Schwierigkeit, den Feuchtigkeitsgehalt innerhalb des ganzen Gefässes gleich zu halten, war hier durch das verschiedene Wasseraufsaugungsvermögen der Moostorf- und Heidehumusschicht noch vergrössert. Es war jedoch in der Absicht, die Frage unter möglichster Anlehnung an die natürlichen Bodenverhältnisse zu untersuchen, diese Anordnung gewählt worden. Unter den Verhältnissen, in denen der Boden sich in den Gefässen befand, enthielten diese ohne Berücksichtigung des verschiedenen Feuchtigkeitsgehaltes der Oberfläche und der tieferen Schicht im Durchschnitt des ganzen Gefässes in völlig gesättigtem Zustand, das ist in einem Zustand, in dem das Wasser aus dem Gefäss abfliesst, 84,7 % Wasser und 15,3 %

[1]) Vergleiche die Untersuchung über dieselbe Frage bei Niederungsmoorboden S. 288.

[2]) Siehe Feldversuche der Moor-Versuchs-Station S. 122.

Trockensubstanz, während, wenn das Wasseraufsaugungsvermögen des in das Gefäss eingepressten Bodens so stark wäre, als es nach einem besonderen Verfahren, das bei Wertbestimmung der Torfstreu verwendet wird, ermittelt wird, der Wassergehalt im vorliegenden Falle grösser sein müsste.[1])

In den folgenden Gefässen wurde der durchschnittliche Wassergehalt wie folgt abgestuft:

No.	321, 322	17,2 %	Trockensubstanz,	82,8 %	Wasser.
„	323, 324	21,9 „	„	78,1 „	„
„	325, 326	31,9 „	„	68,1 „	„

Es ist noch hervorzuheben, dass die Pflanzen von dem Wasservorrat der tieferen Moostorfschicht unmittelbar keinen Nutzen ziehen konnten, da ihre Wurzeln in den nicht entsäuerten Boden nicht eindringen.

Gefäss 319, 321, 323 und 325 wurde mit einer Blattfrucht (Ölrettich), Gefäss 320, 322, 324 und 326 mit Halmfrucht (nordwestdeutscher Moorhafer) bepflanzt. Während des Versuches wurden die einzelnen Gefässe annähernd in dem oben bezeichneten Feuchtigkeitszustand gehalten, abgesehen von der ersten Zeit, wo bei der herrschenden niedrigen Temperatur und dem geringen Wasserverbrauch der kleinen Pflanzen es nicht sofort gelang, den Wassergehalt des frisch eingefüllten Bodens in den Gefässen 323—326 auf das gewünschte Mass herabzudrücken.

Die am 20. Juni 1896 aufgenommenen Tafeln XVIII und XIX zeigen sehr deutlich den ausserordentlichen Einfluss des Wassergehaltes auf die Entwicklung der Pflanzen. Das Ergebnis der Ernte war folgendes:

Nummer	Feuchtigkeitsgehalt des Bodens	Ertrag an Trockensubstanz *g*		
		Korn	Stroh	Korn und Stroh
	Ölrettich.			
319	Mit Wasser gesättigt 84,7 Gewichts-Prozent	13,03	53,53	66,56
321	Mit 82,8 „	11,83	49,82	61,65
323	„ 78,1 „	9,97	46,34	56,31
325	„ 68,1 „	9,33	38,39	47,72
	Hafer.			
320	Mit Wasser gesättigt 84,7 Gewichts-Prozent	45,94	63,33	109,27
322	Mit 82,9 „	44,69	60,25	104,94
324	„ 78,1 „	43,72	53,23	96,95
326	„ 68,1 „	31,04	44,73	75,77

[1]) In der vorläufigen Mitteilung über die Versuche: Protokolle der Central-Moor-Kommission 1896, Bd. 37, S. 49 sind irrtümlich die auf Grund des auf letztere Weise ermittelten Wasseraufsaugungsvermögen berechneten Zahlen für den Trockensubstanzgehalt der Böden angegeben worden.

Das Ergebnis ist bei beiden Früchten ein sehr deutliches. Unter den Bedingungen des Vegetationsversuches ist das Optimum des Wassergehaltes in beiden Fällen erreicht, wenn der Boden mit Wasser völlig gesättigt ist. Schon eine geringe Verminderung des Wassergehaltes unter dieses Optimum hat eine deutliche Erniedrigung der Ernte verursacht, die mit fallendem Feuchtigkeitsgehalt des Bodens immer mehr zunimmt. Der prozentische Feuchtigkeitsgehalt erscheint dem Gewicht nach ausserordentlich hoch, weil das specifische Gewicht des Moorbodens gering ist. Wesentlich anders stellt sich das Verhältnis zwischen Wasser- und Trockensubstanzgehalt des Moorbodens dem Volumen nach. Ermittlungen dieser Art sind bei obigen Vorversuchen zunächst nicht angestellt worden, werden aber bei Fortsetzung derselben nicht unterlassen werden. Ferner wird die Untersuchung auf Böden verschiedenen Zersetzungszustandes auszudehnen sein. Es ist zu erwarten, dass dadurch auch für die Aufklärung einer Reihe anderer wichtiger Prozesse im Boden, bei denen der grössere oder geringere Feuchtigkeitsgehalt desselben eine Rolle spielt, Anhaltspunkte gewonnen werden.

Vorerst wird man gut thun, bei Vegetationsversuchen mit Hochmoorboden in freistehenden Vegetationsräumen in solchen Fällen, in denen ein Optimum des Wassergehaltes im Boden erwünscht ist, denselben nahezu mit Wasser gesättigt zu halten.

III. Untersuchungen über die Phosphorverbindungen des Moorbodens.

Nach Versuchen im Laboratorium und im Vegetationshaus der Moor-Versuchs-Station von Br. Tacke und H. Immendorff.

Bericht von **Br. Tacke.**

Die nachfolgenden Untersuchungen bilden die Fortsetzung der Versuche von M. Fleischer[1]) und C. L. Wiklund[2]) über denselben Gegenstand im 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station. Betreffs der Einzelheiten muss auf die genannten Abhandlungen verwiesen werden. Es seien hier nur kurz die Anschauungen in dieser Frage dargelegt, wie sie sich aus den Untersuchungen der genannten Autoren ergeben haben und die zunächst den Ausgangspunkt für die Fortsetzung der Untersuchungen bildeten.

Nach den Feldversuchen der Moor-Versuchs-Station zeigte der nicht durch Brandkultur genutzte, aus Heide neu kultivierte Hoochmoorboden ohne Ausnahme ein starkes Bedürfnis nach Phosphorsäure zur Hervorbringung befriedigender Erträge. Bei Hochmoorboden, der kurze Zeit vorher zu Buchweizen- oder Haferbau gebrannt worden war, war die Wirkung einer Phosphorsäurezufuhr dagegen unter Umständen ausserordentlich gering. Ohne Phosphorsäuredüngung brachte derselbe z. B. im ersten Jahre fast so hohe Erträge als bei Düngung mit solcher. In den folgenden Jahren stieg die Wirkung der Düngung auf dem gebrannten Hochmoorboden, allerdings in verschieden starkem Grade bei verschiedenen Früchten, aber auch dann noch war der gebrannte Boden für eine Phosphorsäuredüngung weniger dankbar als der aus Heide kultivierte Boden. Je längere Zeit die Hochmooräcker nach dem Brennen gelegen hatten, je mehr sie sich wieder mit einem Heiderasen und einer sogenannten Heidehumusschicht bedeckten, desto stärker wurde wiederum ihr Bedürfnis für eine Düngung mit Phosporsäure.

Diese Ergebnisse der Feldversuche wurden durch Vegetationsversuche in Gefässen mit Hafer, Gerste, Bohnen bestätigt. Bei ungefähr demselben prozentischen Gehalt an Phosphorsäure in der Asche des gebrannten und nichtgebrannten Hochmoorbodens erwies sich der Phosphor des erst-

[1]) 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station, herausgegeben von M. Fleischer, Landw. Jahrbücher 1891, Bd. 20, S. 368 des Sonderabdrucks.

[2]) Ebenda S. 537.

genannten für die angebauten Gewächse als sehr viel wertvoller, wie der des nichtgebrannten Moores.[1])

Nach den Untersuchungen von EGGERTZ und NILSON[2]) ist ein grosser Teil des im Moorboden vorhandenen Phosphors in dem natürlichen Boden nicht in Form von Phosphorsäure, sondern in Form komplizierter organischer Verbindungen vorhanden, und in dieser Gestalt zunächst für die Pflanzen unverwertbar. Beim Veraschen des Moorbodens geht auch dieser Teil durch Oxydation in Phosphorsäure über. Die ursprüngliche Form des Phosphors im Moorboden soll nach EGGERTZ und NILSON in verdünnter Salzsäure unlöslich sein; das Maximum des im Boden als assimilierbare Phosphorsäure vorhandenen Phosphors soll sich durch Extraktion des Bodens mit 4prozentiger Salzsäure ermitteln lassen. Diesen, zutreffenden Falles einen bedeutsamen Fortschritt der Moorbodenuntersuchung darstellenden Vorschlag hat auf Veranlassung von M. FLEISCHER C. L. WIKLUND einer kritischen Bearbeitung unterzogen, deren Hauptergebnis dahin zusammenzufassen ist, dass es nicht als erwiesen angesehen werden kann, *dass die bei dem Verfahren von EGGERTZ und NILSON in Lösung gehende Menge von Phosphorsäure die im Moorboden in assimilierbarer Form vorhandene Phosphorsäure angiebt, und dass dieselbe keinen Anhaltspunkt dafür bietet, ob ein Boden für den Anbau irgend einer Kulturpflanze eine Zufuhr von Phosphorsäure nötig hat oder nicht.*

Aus den Anschauungen von EGGERTZ und NILSON ergab sich für den merkwürdigen Unterschied im Phosphorsäurebedürfnisse des gebrannten und nicht gebrannten Moorbodens folgende Erklärung: Durch die Brandkultur des Moorbodens, durch die ein Teil der Oberflächenschicht in Asche verwandelt wird, werden die ursprünglich im Moorboden vorhandenen organischen Phosphorverbindungen in Phosphorsäure oder phosphorsaure Salze umgewandelt und danach erst für die Ernährung der angebauten Gewächse tauglich, so dass infolgedessen der gebrannte Hochmoorboden ein geringeres Bedürfnis nach Phosphorsäure zeigt, wie der nicht gebrannte. Man durfte ferner auf Grund dieser Anschauung erwarten, dass der gebrannte und nicht gebrannte natürliche Moorboden bei Behandlung mit sauren Agentien Unterschiede in ihrem Vorrat an extrahierbarer Phosphorsäure, also nach obiger Auffassung im Moorboden schon als solcher vorhandener Phosphorsäure zeigen würden, die zu dem Bedürfnisse der betreffenden Böden nach Phosphorsäure in Beziehung ständen. Das Ergebnis der nach der Richtung angestellten Untersuchungen entsprach diesen Erwartungen nicht; es wird von FLEISCHER[3]) wie folgt zusammengefasst:

Von den zu den Versuchen benutzten Moorböden enthielt bei gleichem Gehalt an Gesamtphosphor (bestimmt als Phosphorsäure in der Asche) *zwar der gebrannte Boden mehr an fertig gebildeter* (unmittelbar in Salzsäure löslicher) *und namentlich an in schwächeren Agentien (Essigsäure, Kohlen-*

[1]) M. FLEISCHER, a. a. O. S. 381.
[2]) C. L. WIKLUND, a. a. O. S. 537.
[3]) M. FLEISCHER, a. a. O. S. 381.

säure) löslicher Phosphorsäure, aber die betreffenden Mengen standen in einem ganz anderen Verhältnisse zu einander, wie die aus den beiden Bodenformen assimilierten Phosphorsäurequanten und wie die auf beiden Böden geernteten Mengen an Trockensubstanz.

Der Zweck der in folgendem zu beschreibenden Versuche war nun:

1. Festzustellen, ob sich in dem chemischen Verhalten der Phosphorverbindungen des gebrannten und nichtgebrannten Moorbodens Unterschiede auffinden lassen, die denen bei Vegetationsversuchen gefundenen besser entsprechen, und insbesonders, ob es möglich ist, eine Methode zur sicheren Ermittlung der in aufnehmbarer Form im natürlichen Moorboden vorhandenen Phosphorverbindungen zu finden.

2. Durch chemische Untersuchungen und Vegetationsversuche weitere Aufschlüsse über die Natur der Phosphorverbindungen des Moorbodens zu gewinnen.

Mit diesen Hauptfragen verquickten sich im Laufe der Untersuchung einige andere von untergeordneter Bedeutung, die an gehöriger Stelle besprochen werden sollen.

Wenn nun auch erst nach langer und vielfach vergeblicher Arbeit die Untersuchung auf einen mit Erfolg betretenen Weg gelenkt wurde, so sollen doch auch die bis dahin angestellten Versuche nicht unbesprochen bleiben, da aus denselben eine Reihe für die Kenntnis der chemischen Natur des Moorbodens nicht unwichtiger Ergebnisse gewonnen wurden.

Zunächst mögen die Resultate nach den beiden oben bezeichneten Hauptpunkten getrennt erörtert werden, um daran eine Besprechung der sich aus den sämtlichen Beobachtungen ergebenden Schlüsse zu knüpfen.

I. Chemische Untersuchungen über die Natur der Phosphorverbindungen im Moorboden und über Methoden zur Trennung derselben.

A. Untersuchungen mit vorher lufttrocken gemachten Proben.

Zu den nachfolgenden Versuchen wurden zunächst verschiedene Hochmoorböden aus dem Hellweger Moor benutzt, und zwar solche von nichtkultivierten Heideländereien und solche von Flächen, die kurz vorher zu Buchweizenbau gebrannt worden waren, irgend welche Düngung jedoch nicht erhalten hatten. Die Proben wurden aus der Oberflächenschicht genommen, und zwar auf den mit Heide bestandenen Böden, soweit die besser zersetzte sogen. Heidehumusschicht reichte, von den gebrannten Flächen aus der gelockerten und zu einem Teil durch das Brennen in Asche verwandelten Oberflächenschicht bis auf 5 *cm*, da in der obersten Lage die Wirkung des Brennens am kräftigsten ist, infolgedessen zu hoffen war, durch Untersuchung des Bodens aus diesen Lagen am ehesten Aufschluss über die durch das Brennen bewirkten Veränderungen im Boden zu gewinnen. Die Böden hatten folgenden Gehalt an Gesamt-Phosphorsäure, als Phosphorsäure in der Asche bestimmt, berechnet auf 100 Teile trockener Moorbodensubstanz:

No.	1.	Hochmoorboden	von Intemann:	nichtgebrannt	0,12 %	
„	2.	„	„ „	gebrannt	0,15 „	
„	3.	„	„ Bremer:	nichtgebrannt	0,15 „	
„	4.	„	„ „	gebrannt	0,11 „	
„	5.	„	„ Reinke:	nichtgebrannt	0,14 „	
„	6.	„	„ „	gebrannt	0,11 „	
„	7.	„	„ Lankenau:	nichtgebrannt	0,13 „	
„	8.	„	„ „	gebrannt	0,14 „	
„	9.	„	„ Korte:	nichtgebrannt	0,14 „	
„	10.	„	„ „	gebrannt	0,16 „	
„	11.	„	„ Tanke:	nichtgebrannt	0,14 „	
„	12.	„	„ „	gebrannt	0,09 „	
„	13.	„	„ Lankenau:	nichtgebrannt	0,16 „	
„	14.	„	„ „	gebrannt	0,19 „	

Der Vereinfachung wegen sollen die oben stehenden Bodenproben, soweit es angängig, mit den zugehörigen Nummern bezeichnet werden.

Verhalten der Phosphorverbindungen obiger Böden gegen verschiedene Lösungsmittel.

Die Versuche wurden in der Art ausgeführt, dass eine einer bestimmten Menge Trockensubstanz entsprechende Menge Moorsubstanz unter *Berücksichtigung des darin vorhandenen Wassers* mit einem bestimmten Quantum des Lösungsmittels versetzt wurde, so dass die dann mit dem Moorboden in Berührung stehende Flüssigkeitsmenge die gerade gewünschte Konzentration hatte. Moor und Flüssigkeit wurden nun nach längerem oder kürzerem Stehen unter Umschütteln mit der Hand oder in einem Schüttelwerk durch Filtration voneinander getrennt. Die Gewinnung genügender Flüssigkeitsmengen aus dem das Wasser energisch festhaltenden Moorschlamm war häufig recht schwierig, namentlich wenn der Boden zu einem erheblichen Teil aus unzersetztem Moostorf bestand. In solchen Fällen wurde durch eine besonders eingerichtete Presse die Flüssigkeit aus dem in sehr dichte Leinenbeutel gefüllten Moorschlamm abgepresst. Die Beutel waren selbstverständlich darauf untersucht, dass sie an die in Anwendung gelangenden Agentien keine bestimmbare Menge von Phosphorsäure abgaben. Eine eigens dafür angestellte Versuchsreihe ergab ferner den Beweis, dass das Abpressen der Flüssigkeit aus dem Moorschlamm keine Änderung in der Zusammensetzung derselben verursachte. Bei dem eigentümlichen anatomischen Bau der zu einem grossen Teil die Moormasse bildenden noch erhaltenen Torfmoosfragmente, die in ihren sogen. Wasserzellen eine grosse Flüssigkeitsmenge aufsaugen und festhalten können, schien es von vornherein nicht unmöglich, dass die freiwillig aus dem Moorflüssigkeitsgemisch abfliessende Flüssigkeit eine andere Zusammensetzung zeigen würde, als die durch stärkeren Druck daraus gewonnene.

Es wurden gefunden in 100 Teilen trockener Moorsubstanz bei Extraktion mit 0,5 %iger Salzsäure:

1. beim	Abpressen	des	Extraktes	37,5	*mg*	lösliche	Phosphorsäure,
ohne	"	"	"	42,0	"	"	"
2. beim	"	"	"	39,7	"	"	"
ohne	"	"	"	40,1	"	"	"
3. beim	"	"	"	40,5	"	"	"
ohne	"	"	"	37,6	"	"	" .

Die Differenzen sind namentlich mit Rücksicht auf die relativ kleinen Mengen Niederschlag, die selbst bei Verarbeitung grosser Flüssigkeitsmengen gewogen werden, sehr gering und liegen zudem nach verschiedenen Richtungen. Auf einen ins Gewicht fallenden Einfluss einer der beiden Arten der Gewinnung des Extraktes auf das Endergebnis kann also daraus nicht geschlossen werden.

Ganz besondere Schwierigkeiten verursachte die Filtration der Extrakte und die Gewinnung klarer Filtrate. Alle im Handel erhältlichen Filtrierpapiere versagten entweder den Dienst oder filtrierten so langsam, dass ihre Verwendung ausgeschlossen war. Auch Versuche mit anderen Filtrationsmitteln, z. B. feinkörnigem, reinem Sand, gaben kein besseres Resultat. Endlich gelang es, durch die Firma Schleicher und Schüll in Düren ein Filtrierpapier zu erlangen, das, nachdem es mit Salzsäure und Flusssäure behandelt war, allen Anforderungen genügte und verhältnismässig schnell spiegelklare Filtrate lieferte. Filtrationen derselben Extrakte durch Sand und Papier vergleichsweise vorgenommen, ergaben übereinstimmende Zahlen.

Die aus dem Moorboden erzielten Extrakte waren reich an gelösten organischen Substanzen. Die im Extrakte vorhandenen Phosphorverbindungen wurden als Phosphorsäure bestimmt. Zu dem Zwecke wurden die Extrakte eingedampft und die organische Substanz durch Salpetersäure und Schwefelsäure unter Zusatz von chlorsaurem Kali oder durch Glühen in Platinschalen nach Zusatz genügender Mengen von Kalkmilch vollkommen zerstört. Auf die vollständige Entfernung der organischen Substanz muss sorgfältigst geachtet werden, da andernfalls dieselbe z. T. in sämtliche Niederschläge übergeht und schliesslich bei der Fällung der Phosphorsäure als phosphorsaure Ammonmagnesia mit ausfällt.

Da aus dem Moorboden bei Behandlung mit Wasser, Säuren oder Alkalien Kieselsäure in Lösung geht, so wurde dieselbe nach bekanntem Verfahren aus den salzsauren bezw. salpetersauren Lösungen abgeschieden, die Phosphorsäure nach der Molybdänmethode bestimmt.

Die verschiedenen Moorböden wurden zunächst zu der Extraktion in lufttrockenem und feingemahlenem Zustande verwendet, da die gleichmässige Mischung des frischen Bodens und die weiteren Manipulationen mit solchem schwierig sind. Zu dem Zwecke wurden die frischen Proben nach möglichst gleichmässiger Durchmischung in einem Trockenschranke bei niedriger Temperatur (60—70 ^{0}) lufttrocken gemacht und dann auf einer Excelsior-

mühle fein gemahlen. Ihr Trockensubstanzgehalt betrug dann 80—90 %. *Bis dahin lagen Bedenken gegen dieses Verfahren nicht vor. Erst im Laufe der Untersuchung wurde festgestellt, dass diese scheinbar auf die chemische Beschaffenheit des Moorbodens einflusslose Vorbereitung eingreifende Veränderungen in demselben verursacht, und zwar so tiefe, dass durch die Untersuchung des in der beschriebenen Art lufttrocken gemachten Moorbodens die Unterschiede zwischen gebranntem und nichtgebranntem Boden in der Löslichkeit der Phosphorsäure nahezu vollständig verdeckt werden, die thatsächlich in dem frischen Boden, wie er sich auf dem Felde befindet, bestehen.* Mit diesen merkwürdigen Beobachtungen wird sich der zweite Teil der nachfolgenden Untersuchungen befassen; für die zunächst zu beschreibenden ist festzuhalten, dass dieselben sämtlich mit *lufttrocken gemachten Moorböden angestellt wurden.* Die nachstehenden Tabellen geben zunächst die Ergebnisse dieser Versuche wieder.

In folgendem soll das, was an Phosphor durch die verschiedenen Agentien aus dem Moore in Lösung gebracht und im Extrakt als Phosphorsäure bestimmt wird, zunächst schlechthin als Phosphorsäure bezeichnet werden, um die Darstellung zu vereinfachen.

(Siehe Tabelle 1, 2 und 3 Seite 309 und 310.)

Die vergleichenden Untersuchungen über den Einfluss der Dauer der Extraktion auf die Menge der gelösten Phosphorsäure (Tabelle No. 2) zeigen zwar Unterschiede bei kürzerer oder längerer Extraktionszeit, die jedoch nicht in einer Richtung, und wenn man die absoluten Zahlen vergleicht, meistens innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Es wurde daher, wenn nichts besonderes bemerkt ist, bei den folgenden Versuchen eine Extraktionsdauer von 24 bis 48 Stunden innegehalten.

Die Ergebnisse der in Tabelle No. 1 zusammengestellten Versuche mit den Moorböden No. 1—12, die auch zu den später zu besprechenden Vegetationsversuchen benutzt wurden und bei denselben grössere oder geringere Verschiedenheiten in ihrem Bedürfnisse nach Phosphorsäure zeigten, lassen allerdings erkennen, dass in vielen Fällen Unterschiede in der Löslichkeit der Bodenphosphorsäure bestehen. Diese Unterschiede erreichen jedoch bei den verschiedenen Lösungsmitteln eine sehr verschiedene Grösse und liegen auch nicht in derselben Richtung. In Probe No. 1 und 2 ist z. B. die Phosphorsäure des nichtgebrannten Moores in 10 % Salzsäure, 10 % Essigsäure und 0,5 % Salzsäure weniger löslich, als die des gebrannten; bei den anderen Lösungsmitteln verhält es sich umgekehrt. Und selbst in den Fällen, wo die Löslichkeit der Phosphorsäure in *dem* Boden grösser ist, welcher sich auch beim Vegetationsversuche als weniger phosphorsäurebedürftig erwiesen hat, entsprechen die Unterschiede in der Löslichkeit nicht entfernt den Unterschieden im Ertrage beim Vegetationsversuche.

Tabelle 1.

Löslichkeit der Phosphorsäure in den Moorböden No. 1—12 in verschiedenen Lösungsmitteln (bei Anwendung von 10 *ccm* Flüssigkeit auf 1 *g* Trockensubstanz und einer Extraktionsdauer von 36—48 Stunden).

No.	Bezeichnung	Gesamtphosphorsäure (in der Asche) von 100 Teilen Trockensubst.		Aus 100 Teilen trocknen Moores gehen an *Phosphorsäure* in Lösung					
		Probe a	Probe b	10 % Salzsäure Probe a *mg*	10 % Essigsäure Probe a *mg*	0,5 % Essigsäure Probe b *mg*	1 % neutr. oxalsaures Ammon Probe b *mg*	kohlensäuregesättigtes Wasser Probe b *mg*	0,5 % Salzsäure Probe b *mg*
1	Intemann, nichtgebrannt	0,12	0,11	38,9	7,0	8,7	56,0	11,0	23,0
2	„ gebrannt	0,15	0,13	65,1	11,0	5,9	52,0	6,7	34,0
3	Bremer, nichtgebrannt	0,15	—	53,7	11,0	—	—	—	—
4	„ gebrannt	0,11	—	39,6	10,0	—	—	—	—
5	Reinke, nichtgebrannt	0,14	0,13	46,9	4,0	16,1	48,0	17,2	21,0
6	„ gebrannt	0,11	0,13	42,0	6,0	5,1	56,0	6,4	26,0
7	Lankenau, nichtgebrannt	0,13	0,14	50,3	8,0	11,3	59,0	8,4	20,0
8	„ gebrannt	0,14	0,15	66,7	9,0	8,8	72,0	13,1	37,0
9	Korte, nichtgebrannt	0,14	0,10	40,1	—	11,6	—	13,9	18,0
10	„ gebrannt	0,16	0,17	67,6	—	9,3	—	14,2	33,0
11	Tanke, nichtgebrannt	0,12	—	41,3	—	—	—	—	—
12	„ gebrannt	0,09	—	41,3	—	—	—	—	—

Tabelle 2.

Versuche über die Abhängigkeit der Mengen gelöster Phosphorsäure von der Dauer der Extraktion in den Proben No. 1—8. Lösungsmittel 0,5 % Salzsäure; auf 1 *g* Trockensubstanz 10 *ccm* Flüssigkeit.

No.	Bezeichnung	Aus 100 *g* Trockensubstanz gelöste *Phosphorsäure* nach			Auf 100 Teile gelöste Phosphorsäure im nichtgebrannten Moor kommen im gebrannten nach		
		24 h *mg*	48 h *mg*	96 h *mg*	24 h *mg*	48 h *mg*	96 h *mg*
1	Intemann, nichtgebrannt	16,1	18,2	18,9	—	—	—
2	„ gebrannt	27,6	28,7	27,6	171	143	149
3	Reinke, nichtgebrannt	13,3	14,8	13,8	—	—	—
4	„ gebrannt	14,3	16,2	16,9	108	109	122
5	Lankenau, nichtgebrannt	11,6	14,7	16,8	—	—	—
6	„ gebrannt	22,9	23,6	28,7	197	161	171
7	Korte, nichtgebrannt	10,2	12,8	15,2	—	—	—
8	„ gebrannt	27,2	31,2	35,5	266	244	229

Tabelle 3.

Löslichkeit der Phosphorsäure in Probe 13 und 14 in verschiedenen Lösungsmitteln. (10 *ccm* Flüssigkeit auf 1 *g* Trockensubstanz, Extraktionsdauer 36—48 Stunden.) Gesamtphosphorsäure in der Asche Probe 13 0,163 %, Probe 14 0,187 %.

Bezeichnung des Lösungsmittels	Konzentration des Lösungsmittels %	Aus 100 *g* Trockensubstanz gingen in Lösung *mg Phosphorsäure* nichtgebranntes Moor 13 Probe a	nichtgebranntes Moor 13 Probe b	gebranntes Moor 14 Probe a	gebranntes Moor 14 Probe b	Auf 100 Teile lösl. Phosphorsäure im *nicht*gebr. Moor gelöste Phosphors. im gebr. Moor Probe a	Probe b
Salzsäure	10	78,1	—	111,5	—	143	—
„	5	48,0	—	98,0	—	208	—
„	0,5	18,4	17,2	50,4	49,8	270	288
„	0,25	30,5	17,0	40,5	33,9	133	199
„	0,12	22,3	16,2	17,3	13,2	78	82
„	0,06	17,7	11,4	9,8	6,7	55	58
Oxalsäure	0,5	28,1	33,6	75,3	94,7	270	282
„	0,12	—	20,0	—	40,4	—	200
„	0,06	—	20,1	—	19,0	—	95
Salpetersäure	0,5	—	27,7	—	49,9	—	180
Essigsäure	0,5	—	12,9	—	11,8	—	91
Kohlensäurehaltiges Wasser	0,19	—	15,0	—	10,0	—	67
Kohlensaures Ammon	0,74	—	14,0	—	15,0	—	107
Citronensäure	1	19,0	17,1	44,0	47,2	232	277
Neutr. oxalsaures Ammon	1	49,0	51,0	82,0	75,0	167	147
„ „ „ (kochend)	1	84,0	—	101,0	—	—	120
Wasser (kochend) [1]	—	31,0	—	31,0	—	—	100
Essigsäure (kochend)	0,5	77,8	—	96,8	—	125	—
Salzsäure „	0,5	20,0	—	57,6	—	288	—
„ „ [2]	5	155,0	—	161,0	—	—	—

[1]) Kochdauer 8 Stunden am Rückflusskühler.

[2]) Der Versuch wurde in einer anderen Teilprobe desselben Moorbodens ausgeführt. Die Gesamtphosphorsäurebestimmung ergab für 100 Teile trocknen Moores in der Probe

von dem nichtgebrannten Felde 0,163 *g* Phosphorsäure.
„ „ gebrannten „ 0,162 „ „

Mithin blieben beim 8stündigen Kochen mit 5 % Salzsäure ungelöst auf 100 Teile Trockensubstanz

in dem nichtgebrannten Moor 0,163 – 0,155 = 0,008 *g* Phosphorsäure.
„ „ gebrannten „ 0,162 — 0,161 = 0,001 „ „

Aus den in Tabelle No. 3 zusammengestellten Versuchen geht hervor, wie mit der Konzentration der verschiedenen Lösungsmittel die Löslichkeit der Phosphorsäure sich ändert. Die grössten Unterschiede zwischen den einzelnen Böden traten hervor bei Behandlung des Moorbodens mit ½%iger Salzsäure oder Oxalsäure oder 1 %iger Citronensäure. Auch die zu verschiedenen Zeiten in verschiedenem Zustande des Ausgetrocknetseins verwendeten Proben a und b zeigen in der Löslichkeit der Phosphorsäure in

denselben Lösungsmitteln in vielen Fällen grosse Differenzen. Besonderes Interesse verdient die Beobachtung, *dass durch Kochen des Moorbodens am Rückflusskühler während 8 Stunden mit 5 %iger Salzsäure fast die ganze darin enthaltene Phosphorsäure in Lösung geht.* Wir werden hierauf noch weiter unten einzugehen haben. Irgend welche Gesetzmässigkeit im Verhalten der Phosphorsäure des gebrannten oder nichtgebrannten Moores gegen bestimmte Lösungsmittel ist nicht zu erkennen.

Besonders auffallend verhalten sich die Phosphorverbindungen des Moorbodens gegen Alkalien, worauf schon Eggertz und Nilson, später Wiklund hingewiesen haben. Durch Ammoniak lässt sich der grösste Teil des im Moore vorhandenen Phosphors in Lösung bringen und wird aus der ammoniakalischen Lösung durch Säuren z. T. wieder ausgefällt. Die aus dem Boden mit Ammoniak in Lösung gehende Phosphormenge ist grösser, wenn der Boden vorher mit Säuren behandelt, als wenn er sofort der Einwirkung des alkalischen Reagens ausgesetzt wird.

Bei der direkten Behandlung mit 10 %igem Ammoniak gingen aus den Proben 13 und 14 in Lösung auf 100 *g* trockengedachter Moorsubstanz:

Probe 13	Probe 14
0,091 *g*	0,094 *g* Phosphorsäure.

Nach der Behandlung mit 0,5 %iger Salzsäure, Auswaschen des Moores mit destilliertem Wasser bis zum Verschwinden der Chlorreaktion und darauffolgender Behandlung mit Ammoniak (10 %ig) lieferten 100 *g* des trockenen Moores:

Probe 13	Probe 14
0,138 *g*	0,114 *g* Phosphorsäure.

Bei einer 2. Versuchsreihe dieser Art mit denselben Proben ergab sich folgendes:

	In 100 *g* trocknen Moores lösliche Phosphorsäure:	
	Probe 13	Probe 14
In 0,5 %iger Salzsäure	0,0291 *g*	0,0640 *g*.
Darauf in 5,0 %igem Ammoniak .	0,1190 „	0,1010 „
„ „ 2,5 „ „ .	0,1110 „	0,1030 „
„ „ 0,5 „ „ .	0,0940 „	0,0820 „
„ „ 0,25 „ „ .	0,0880 „	0,0780 „

Von der in den verschiedenen ammoniakalischen Extrakten gelösten Phosphorsäure wurden durch Salzsäure, von der soviel zugesetzt wurde, dass das zur Extraktion verwendete Ammoniak neutralisiert wurde und die Flüssigkeiten schliesslich gleichmässig 0,5 % Salzsäure enthielten, an Phosphorsäure gefällt:

	Probe 13	Probe 14
Aus dem Extrakt mit 5 %igem Ammoniak	0,0620 *g*	0,0237 *g*.
„ „ „ „ 2,5 „ „	0,0710 „	0,0440 „
„ „ „ „ 0,5 „ „	0,0400 „	0,0750 „
„ „ „ „ 0,25 „ „	0,0860 „	0,0570 „

Die Niederschläge waren nach dem Sammeln auf dem Filter ganz gleichmässig mit 0,5 % iger Salzsäure ausgewaschen worden. Auf die Besprechung der vorstehenden Ergebnisse soll später eingegangen werden; hier sei nur hervorgehoben, wie viel geringer die Unterschiede in der Löslichkeit der Phosphorsäure in alkalischen Lösungsmitteln verschiedener Konzentration sind, als in verschieden starken Säuren (s. Tabelle 3).

Von 0,163 % Gesamtphosphorsäure gingen in Probe 13 in Lösung durch aufeinanderfolgende Behandlung mit 0,5 % iger Salzsäure und 5 % igem Ammoniak: 0,0291 + 0,119 = 0,148 = 91,3 % der Gesamtphosphorsäure, aus der Probe 14 mit 0,187 % Phosphorsäure durch dasselbe Verfahren: 0,064 + 0,101 = 0,165 = 93,5 %.

Um zu erfahren, ob bei aufeinanderfolgender Extraktion desselben Moorbodens mit Säure die Löslichkeit der Phosphorsäure sich ändert, wurden 100 *g* des trocknen Moores zunächst mit 1000 *ccm* Salzsäure von 0,5 % extrahiert, sodann bis zum Verschwinden der Chlorreaktion mit Wasser ausgewaschen und das Verfahren unter Anwendung von 1500 *ccm* 0,5 % iger Salzsäure zweimal wiederholt. Die in Lösung gegangenen Mengen Phosphorsäure bei den verschiedenen Extraktionen waren auf 100 *g* trockner Moorsubstanz berechnet folgende:

	Nichtgebranntes Moor von Lankenau	Gebranntes Moor von Lankenau
1. Extraktion	26,9 *mg*	58,1 *mg*.
2. „	14,9 „	19,2 „
3. „	11,6 „	10,2 „
1.+2.+3. Extraktion . . .	53,4 „	87,5 „

Die Löslichkeit der Phosphorsäure nimmt bei aufeinanderfolgenden Extraktionen mithin stark ab, ebenso verschwinden die Unterschiede zwischen nichtgebranntem und gebranntem Moor mit der Häufigkeit der Extraktion immer mehr.

Um schliesslich zu prüfen, ob die durch verdünnte Säuren aus dem Moor gelöste Phosphorsäure in diffusionsfähiger Form in den Lösungen vorhanden war, wurden Diffusionsversuche mit solchen unter Anwendung einer Pergamentpapiermembrane gegen reines Wasser angestellt, das zeitweilig erneuert wurde. Es gelang bei genügender Dauer des Versuches die sämtliche im Extrakt vorhandene Phosphorsäure durch Diffusion zu entfernen. Auch die gelösten organischen Substanzen passierten zu einem grossen Teil die Membrane.

B. Untersuchungen über die Löslichkeit der Phosphorsäure des Moorbodens unter Beachtung der Veränderungen, die derselbe durch das Trocknen erleidet.

Bei Vegetationsversuchen mit verschiedenen Moorböden, die jahrelang vor Staub geschützt aufbewahrt und lufttrocken geworden waren, zeigte sich das merkwürdige Ergebnis, dass dieselben das grosse Bedürfnis für eine Phosphorsäuredüngung, das sie ursprünglich besassen, verloren hatten

und ohne Düngung mit Phosphorsäure eine befriedigende Ernte brachten.[1]) Für die Veränderung der Böden konnte nur das Austrocknen derselben verantwortlich gemacht werden und ein sofort angestellter Vegetationsversuch mit einem anderen Moorboden bestätigte diese Auffassung. Die Zugänglichkeit der Phosphorsäure des Moorbodens für die Pflanzen war mithin lediglich durch den Wasserverlust des Bodens stark geändert, und es lag die Vermutung nahe, dass bei den oben beschriebenen chemischen Versuchen mit Moorböden durch den Umstand, dass die Bodenproben in lufttrockenem Zustand verwendet wurden, die Löslichkeit der Phosphorsäure im Vergleich zu dem frischen Boden verändert und dadurch ursprünglich bestehende Unterschiede zwischen den verschiedenen Böden in natürlichem Zustand verdeckt worden seien. Die nachfolgenden Untersuchungen sollten hierüber zunächst Auskunft liefern.

1. Löslichkeit der Phosphorsäure in frisch genommenem natürlichem Hochmoorboden und in demselben Boden nach dem Trocknen bei ca. 80°.

Für diesen und die folgenden Versuche wurden die frischen Bodenproben in der Art vorbereitet, dass sie unter möglichster Vermeidung eines Verlustes von Wasser aus denselben entweder durch ein enges Sieb getrieben und dann sorgfältigst gemischt wurden oder, wenn dieses wegen der gelatinösen Beschaffenheit des Bodens unmöglich war, mit einer Fleischschneidemaschine zerkleinert wurden. Es gelang in beiden Fällen, ein völlig gleichartiges homogenes Gemisch des Bodens zu erlangen.[2]) Von den so gewonnenen Proben wurde ein Teil direkt, der andere Teil nach dem Lufttrockenwerden im Trockenschrank bei 70 bis 80° mit verschiedenen Lösungsmitteln extrahiert, wobei, wenn nichts anderes bemerkt ist, das Verhältnis von 1 *g* Trockensubstanz auf 10 *ccm* Flüssigkeit innegehalten wurde. Die früheren Untersuchungen waren ebenfalls mit einem bei 70 bis 80° getrockneten oder bei niedrigerer Temperatur lufttrocken gemachten Boden ausgeführt worden. Zunächst wurden Proben von nahe bei einander liegenden nicht gedüngten Feldern genommen, von denen das eine in Heide lag, das andere kurz vorher gebrannt worden war. Die Ergebnisse sind folgende:

Aus 100 *g* trocken gedachter Moorsubstanz gingen an Phosphorsäure in Lösung (*mg*) mit:

	Wasser	*Mit Kohlensäure halbgesättigtem Wasser*	*1/4 % Salzsäure*	*1/4 % neutralem Ammonoxalat*
a) Aus dem *frischen, nichtgebrannten* Moor	Spur	Spur	Spur	Spur
a1) Aus dem *bei 80 Grad getrockneten* nichtgebrannten Moor	15,4	14,1	14,6	21,0
b) Aus dem *frischen* gebrannten Moor	**11,4**	**11,9**	**21,8**	**29,4**

Dauer der Extraktion 48 Stunden.

[1]) Siehe den Bericht über die Vegetationsversuche w. u.

[2]) Tacke, Verhandlungen der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte. Bremen 1890, 2. Teil, Seite 559.

2. Löslichkeit der Phosphorsäure in frischen und künstlich (bei 80°) getrockneten Hochmoorböden verschiedener Herkunft.

Im Anschluss an diese Ermittlungen wurden verschiedene Proben, die verschiedenen Mooren entstammten, in derselben Art untersucht, ausserdem festgestellt, ob in dem gebrannten Moor c die Löslichkeit der Phosphorsäure durch Trocknen erhöht wird. Die hierzu benutzten Proben enthielten in 100 Teilen der vollkommen trocken gedachten Masse die folgenden Mengen Kalk und Phosphorsäure (in der Asche bestimmt):

a) Hochmoorboden aus dem Hellweger Moor, nichtgebrannt	0,1056 *g* Phosphorsäure,	0,1694 *g* Kalk.
b) Hochmoorboden aus dem Hellweger Moor (BEHLING), gebrannt	0,1568 „ „	0,4344 „ „
c) Moorboden von Wittenförde (Mecklenburg) E	0,0960 „ „	1,047 „ „
d) Moorboden von Wittenförde (Mecklenburg) D	0,1090 „ „	— „ „
e) Moorboden von Triangel (Provinz Hannover), „Weisses Moor“ von dem Düsternhoop	0,1344 „ „	0,513 „ „
f) ebenda, Moor von Parzelle K	0,1280 „ „	0,543 „ „

Aus 100 *g* trocken gedachter Moorsubstanz gehen an Phosphorsäure in Lösung in *mg* mit:

	Wasser	1/4 % Salzsäure	1/4 % Ammonoxalat
a) Nichtgebranntes Moor:			
1. frisch	Spur	Spur	Spur
2. getrocknet	15,4	14,6	21,0
b) Gebranntes Moor:			
1. frisch	11,4	21,8	29,4
2. getrocknet	23,6	28,7	42,2
c) Moor von Wittenförde E:			
1. frisch	Spur	Spur	—
2. getrocknet	18,3	15,6	20,5
d) Moor von Wittenförde D:			
1. frisch	Spur	13,7*	3,2*
2. getrocknet	20,5	20,2	26,1
e) Moor von Triangel Düsternhoop:			
1. frisch	Spur	26,9*	Spur*
2. getrocknet	27,1	28,1*	32,6*
f) Moor von Triangel K:			
1. frisch	Spur	9,6*	6,4*
2. getrocknet	15,0	20,3	23,5

*Bei den mit * bezeichneten Versuchen dauerte die Extraktion 8 Tage.*

Die mit Wasser wiederholt digerierten und dann bis zum Verschwinden der Reaktion auf Phosphorsäure mit dest. Wasser ausgewaschenen, an-

fänglich getrockneten Proben unter 2 lieferten, nachdem sie noch einmal bei 80° 3 Tage lang getrocknet waren, nur winzige Mengen in Wasser löslicher Phosphorsäure.

3. Einwirkung der Höhe der Temperatur beim Trocknen des Moores auf die Löslichkeit der Phosphorsäure in Wasser und verschiedenen Reagentien.

Zunächst wurden Proben desselben Bodens, *Heideerde* und *Niederungsmoor*,

a) sofort in frischem Zustand extrahiert,
b) nach 2tägigem Trocknen bei 70—80°,
c) „ 4 „ „ „ 70—80°,
d) „ längerem „ über Phosphorsäureanhydrid oder Schwefelsäure im Exsikkator.

In den unten angegebenen Lösungsmitteln wurden aus diesen verschieden behandelten Böden auf 100 *g* trocken gedachter Moorsubstanz bei Anwendung von 10 *ccm* Flüssigkeit auf 1 *g* Trockensubstanz in Lösung gebracht an Phosphorsäure in *mg*:

Lösungsmittel	Heidehumus				Niederungsmoor		
	frisch	2 Tage bei 70° getrocknet	4 Tage bei 70° getrocknet	bei Zimmerwärme über Phosphorsäureanhydrid getrocknet	frisch	2 Tage bei 70° getrocknet	bei Zimmerwärme über Phosphorsäureanhydrid getrocknet
1/4 % neutr. oxals. Ammon	19,3	41,8	43,3	42,8	2,3	7,9	7,2
1/4 „ Oxalsäure	15,0	39,9	46,4	—	4,0	12,1	—
1/4 „ Salzsäure	8,3	33,1	33,6	24,3	—	—	—
1/2 „ oxals. Ammon . . .	33,1	51,6	53,3	—	—	—	—
1/2 „ Oxalsäure	21,4	42,6	46,6	—	—	—	—
1/2 „ Salzsäure	17,9	31,6	35,6	—	—	—	—

Entsprechend behandelte Proben, wie sie zu vorstehender Untersuchung dienten, wurden zu Vegetationsversuchen in kleinen Töpfen benutzt, die weiter unten besprochen werden sollen.

4. Über die Einwirkung von Wasser bei verschiedener Temperatur auf das Löslichwerden der Phosphorsäure aus frischem, nicht getrocknetem Moor.

50 *g* Trockensubstanz entsprechende Mengen Heidehumus wurden:

a) 2mal 24 Stunden bei 20—25° mit Wasser extrahiert,
b) 2 Stunden bei . . . 50—55° „ „ „
c) 1/2 Stunde bei . . . 75—80° „ „ „
d) 2 1/2 „ „ . . . 75—80° „ „ „
e) 1 1/2 „ „ . . . 90—98° „ „ „

vergleichsweise schliesslich eine gleichartige Probe f 12 Stunden lang bei 105° völlig getrocknet und 48 Stunden mit Wasser extrahiert. Auf 100 *g* Trockensubstanz berechnet gingen in lösliche Form über:

a) *Bei 20—25° 48 Stunden Extraktionszeit* . . . *Spuren.*
b) „ 50—55° 2 „ „ . . . 9,2 *mg.*
c) „ 75—80° ½ „ „ . . . 34,8 „
d) „ 75—80° 2½ „ „ . . . 38,0 „
e) „ 90—98° 1½ „ „ . . . 37,4 „
f) *Nach völligem Austrocknen mit Wassser von 20—25°* 34,2 „

5. Einfluss des Trocknens an der Luft, im Wasserstoffstrom, des Erhitzens im Autoklaven auf die Löslichkeit der Phosphorsäure und anderer Substanzen im Moorboden.

Von einer grösseren Menge gleichmässig beschaffenen Heidehumus wurde:
a) ein Teil in frischem, natürlichem Zustand,
b) „ „ nach dem Trocknen bei 70—80° im Trockenschrank,
c) „ „ „ „ „ im Luftstrom im kochenden Wasserbad,
d) „ „ „ „ „ „ Wasserstoffstrom im kochenden Wasserbad,
e) „ „ „ Erhitzen im Autoklaven bei etwa 2 Atmosphären zunächst mit 0,5%iger Salzsäure extrahiert.

Bei Innehaltung des alten Verhältnisses (1 *g* Trockensubstanz auf 10 *ccm* Flüssigkeit) gingen aus einer 100 *g* Trockensubstanz entsprechenden Moormenge in Lösung:

Gehalt des Extraktes an	Aus frischem Moor	Aus Moor im Trockenschrank (70—80°) getrocknet	Im Luftstrom im Wasserbad getrocknet	Im Wasserstoffstrom im Wasserbad getrocknet	Nach dem Erhitzen im Autoklaven
Gesamt-Trockenrückstand .	3,7467	3,0450	4,5263	5,5386	18,8216
Glühverlust	1,8240	1,9340	3,2140	4,1777	17,3646
Mineralstoffen	1,9227	1,1110	1,3123	1,3609	1,4570
Unlöslichem (in 20%Salzs.)	0,0140	0,0010	0,0009	0,0083	0,1653
Kalk	0,4197	0,2021	0,2115	0,2115	0,0725
Eisen und Thonerde . .	0,2853	0,2604	0,4443	0,5520	0,1552
Magnesia	0,1429	0,1084	0,1491	0,1440	0,1170
Natron	0,0902	0,0391	0,0521	0,0480	0,0521
Kali	0,0677	0,0530	0,0777	0,0765	0,0601
Schwefelsäure	0,0412	0,0296	0,0938	0,1186	0,2913
Phosphorsäure	Spur	0,0369	0,0519	0,0629	0,0848

6. Löslichkeit der Phosphorsäure und der übrigen Substanzen im Moorboden (Heidehumus) in frischem und getrocknetem Zustand in Wasser und Säuren verschiedener Konzentration, sowie nach dem Erhitzen im Autoklaven.

Die Löslichkeitsbestimmungen wurden bei Zimmertemperatur ausgeführt (1 *g* Trockensubstanz auf 10 *ccm* Lösungsmittel).

Aus einer 100 *g* trockner Moorsubstanz entsprechenden Moormasse (Heidehumus) gingen in Lösung in *mg*:

Gehalt an	Aus frischer Heideerde	Aus bei 70° getrockneter Heideerde	Aus frischer Heideerde m. Salzsäure von 2,5 %	5 %	10 %	Nach dem Erhitzen im Autoklaven 3 Std. 2,2 Atm.	3 Std. 2,5, 3 Std. 3 Atm.
	mit Wasser bei gewöhnl. Temperat.		Extraktionszeit 48 Std.			mit Wasser bei gewöhnl. Temperatur	
Trockensubstanz	0,5983	1,1423	3,332	3,881	4,651	11,255	11,737
Verbrennlicher Substanz .	0,4898	0,9889	2,150	2,470	2,984	—	11,101
Mineralstoffen	0,1085	0,1534	1,182	1,411	1,667	—	0,636
Unlöslichem	0,0143	0,0071	0,009	0,011	0,015	0,053	0,081
Kalk	0,0054	0,0113	0,149	0,210	0,234	0,246	0,051
Eisenoxyd und Thonerde .	0,0078	0,0116	0,490	0,445	0,570	0,041	0,090
Magnesia	0,0050	0,0094	0,085	0,118	0,114	0,054	0,056
Natron	0,0198	0,0190	0,075	0,085	0,087	0,056	0,073
Kali	0,0145	0,0241	0,085	0,084	0,089	0,071	0,092
Schwefelsäure	0,0430	0,0435	0,035	0,039	0,049	0,116	0,075
Phosphorsäure	Spur	0,0305	0,058	0,072	0,082	0,048	0,092
Stickstoff	0,0488	0,0677	—	—	—	—	—

7. Einfluss der Wasserentziehung durch Alkohol, Äther, Glycerin an Stelle des Trocknens durch Wärme oder in trockner Luft auf die Löslichkeit der Phosphorsäure des Moorbodens.

Eine 100 *g* trockner Heideerde entsprechende Menge frischer Masse, die an Wasser keine Phosphorsäure abgab, wurde 2 mal mit Alkohol extrahiert, der Alkohol sorgfältig abgehebert, darauf 2 mal mit Äther ausgezogen, sodann wieder mit Alkohol 2 mal behandelt, letzterer fast vollkommen abgehebert und das Moor schliesslich mit Wasser bei gewöhnlicher Temperatur digeriert. Das Moor war in kleinen Klumpen eingefüllt und nicht zerdrückt worden, um die Abscheidung des Alkohols und Äthers nicht zu erschweren. Es erschien nach dem letztmaligen Abhebern des Alkohols stark geschrumpft und machte den äusseren Eindruck teilweise ausgetrockneten Moores.

Die vereinigten alkoholischen und ätherischen Extrakte waren durch gelöste organische Substanz dunkel gefärbt, enthielten jedoch nicht bestimmbare Mengen von Phosphorsäure.

Bei der erstmaligen Extraktion mit Wasser aus dem nicht zerdrückten klumpigen Moorrückstand gingen in Lösung auf ursprünglich 100 *g* trocken gedachten Moores (ohne Berücksichtigung der durch Alkohol und Äther entfernten organischen Stoffe)

25,7 mg Phosphorsäure,

bei einer 2. Extraktion mit Wasser, nachdem die Masse völlig gleichmässig zerdrückt war, auf 100 *g* ursprünglich trocken gedachten Moores

26,4 mg Phosphorsäure,

zusammen *52,1* „ „ .

Ein ähnlicher Versuch wurde nach vorheriger Behandlung des Moores mit konzentriertem neutralem Glycerin ausgeführt. Eine genaue quantitative Ermittlung war hier unmöglich, da einmal die Abscheidung des Glycerins aus dem Moorglyceringemisch unüberwindliche Schwierigkeiten machte und nur durch vorsichtiges Dekantieren möglich war, wobei Verluste von aufgeschwemmter Moormasse sich nur schwer vermeiden liessen, und weil ferner die Filtration des nach der Behandlung des Moores mit Glycerin gewonnenen wässerigen Extraktes grosse Schwierigkeiten bot. In den ersten Extrakten mit Glycerin allein war Phosphorsäure nur in winzigen Spuren vorhanden, in dem ersten, vorwiegend wässerigen Extrakt dagegen in deutlich bestimmbaren Mengen, nämlich

19,5 mg Phosphorsäure

auf 100 *g* trocken gedachtes Moor. Es würde bei weiterer Behandlung der Moormasse mit Wasser sicher noch mehr Phosphorsäure gelöst worden sein. Die Ermittlungen wurden wegen der analytischen Schwierigkeiten nicht weiter fortgesetzt, da die Hauptfrage, das Löslichwerden der Phosphorsäure im Moor nach Behandlung desselben mit Glycerin, in bejahendem Sinne entschieden war.

8. Verhalten der Phosphorverbindungen der beiden vornehmlich moorbildenden Pflanzen Torfmoos und Heide gegen das Austrocknen und verschiedene Lösungsmittel.

Frisches, möglichst sorgfältig von anderen Beimengungen befreites Torfmoos und Heidekraut wurde in der Fleischmaschine und durch Wiegen mit einem Wiegemesser sorgfältigst zerkleinert und zunächst mit Wasser oder verdünnten Säuren in vollkommen frischem Zustande und nach dem Trocknen bei 70—80° in der Kälte extrahiert. Zu dem frischen und getrockneten Materiale wurde auf gleiche Menge Trockensubstanz die gleiche Menge Extraktionsflüssigkeit verwendet, bei Torfmoos auf 1 *g* Trockensubstanz 25 *ccm*, bei Heidekraut auf 1 *g* Trockensubstanz 10 *ccm* Flüssigkeit.

Die Ergebnisse der Versuche sind folgende:

Auf 100 *g* trockener Masse gehen in Lösung mit

	Wasser	*0,5 %iger Salzsäure*
aus *frischem* Torfmoos	**50,4** *mg*	— *mg.*
„ *getrocknetem* Torfmoos . . .	**57,6** „	— „
„ *frischem* Heidekraut	**33,5** „	**53,3** „
„ *getrocknetem* Heidekraut . .	**44,4** „	**54,7** „

Gesamtgehalt an Phosphorsäure (in der Asche bestimmt) auf Trockensubstanz berechnet:

Torfmoos	0,1300 *g.*
Heidekraut	0,1317 „

9. Verhalten der Phosphorverbindungen des frischen Heidekrautes und des Torfmooses gegen starke (12 %) Salzsäure in der Kälte.

Eine 100 *g* trockener Masse entsprechende Menge wurde entweder mit 12 %iger Salzsäure 2 mal 24 Stunden unter häufigem Umschütteln ex-

trahiert, eine bestimmte Menge abfiltriert und aus der darin enthaltenen Menge Phosphorsäure das in der gesamten Flüssigkeitsmasse vorhandene Quantum berechnet (1), oder es wurde eine gleiche Probe nach 2 mal 24-stündigem Extrahieren in genau derselben Art auf das Filter gebracht, mit 6 *l* 12 %iger Salzsäure ausgewaschen und im Filtrat die Phosphorsäure ermittelt (2).

Das Ergebnis des Versuches ist in der folgenden Zusammenstellung enthalten:

	Phosphorsäure *Heidekraut*	*Torfmoos*
100 Teile trockener Masse enthalten	0,1156 *g*	0,1480 *g*.
In 12 %iger Salzsäure löslich nach 1	0,0795 „	0,1156 „
„ „ „ „ „ 2	0,0906 „	0,1290 „

In Prozenten der Gesamt-Phosphorsäure wurden durch 12 %ige Salzsäure gelöst aus:

	Heidekraut	Torfmoos
nach Verfahren 1	68,8	78,0
„ „ 2	78,2	87,2.

10. Einfluss des Trocknens bei verschiedener Temperatur auf das Löslichwerden der Phosphorsäure.

150 *g* frischer Heidehumus entsprechend 54,75 *g* Trockensubstanz wurden in verschiedenen gleichartigen Proben wie folgt behandelt:

Probe 1 frisch mit Wasser digeriert 2 mal 24 Stunden; auf 1 *g* Trockensubstanz hier wie in den übrigen Proben 10 *ccm* Extraktionsflüssigkeit, unter Berücksichtigung des in der Probe vorhandenen Wassers.

Probe 2a und 2b in derselben Weise extrahiert nach dem Trocknen (2 mal 24 Stunden) bei 75°.

Probe 3 nach dem Trocknen (2 mal 24 Stunden) bei 125°.

Probe 4a und 4b nach dem Trocknen (2 mal 24 Stunden) bei 150°.

Bei den mit gleichen Zahlen, aber verschiedenen Indices bezeichneten Proben wurde die in der Extraktionsflüssigkeit vorhandene lösliche Phosphorsäure bei Probe a durch Abfiltrieren eines bestimmten Anteils, Ermittlung der gelösten Phosphorsäure in diesem Anteil und Umrechnung auf die Gesamtflüssigkeit berechnet, bei Probe b wurde die Moormasse mit 4—5 *l* Wasser auf dem Filter ausgewaschen.

Das Ergebnis der Versuche ist folgendes:

Aus einer 100 *g* Trockensubstanz entsprechenden Menge Moor wurden gelöst:

In frischem Zustande: unbestimmbare Spuren.
Bei 75° getrocknet: Probe 2a **31,4** *mg* (20,2 %), Probe 2b **41,3** *mg* (26,5 %).
„ 125° „ „ 3 **44,4** „ (28,5 %).
„ 150° „ „ 4a **54,9** „ (35,3 %), „ 4b **0,1051** „ (67,5 %).

Ferner wurden zwei Proben derselben Heideerde wie folgt behandelt:

Probe 5 *14 Tage lang mit insgesamt 7000 ccm Wasser* ausgewaschen (auf dem Filter).

In Lösung gingen nur *unwägbare Spuren* von Phosphorsäure.

Probe 6 wurde in derselben Zeit mit 12 %iger Salzsäure auf dem Filter ausgewaschen (8000 *ccm*).

In Lösung gingen **0,1005** *g* Phosphorsäure (64,55 %).

11. Löslichkeit der Phosphorsäure der frischen Heideerde in Ammoniak verschiedener Konzentration.

Wegen der grossen Zähigkeit der ammoniakalischen Lösungen aus Moorboden wurde ein Verhältnis von 1 Teil Trockensubstanz auf 20 *ccm* Flüssigkeit gewählt. Aus einer 100 *g* trockner Moorsubstanz entsprechenden Menge frischer Heideerde gingen in Lösung:

durch 5 % Ammoniak	69	*mg* Phosphorsäure,
„ 10 „ „	88	„ „
„ 0,5 „ Salzsäure	5,4	„ „
„ 10 „ nach vorheriger Behandlung des Moores mit 0,5 %iger Salzsäure . .	118	„ „ .

12. Löslichkeit der Phosphorsäure in Proben von unmittelbar vorher gebranntem Hochmoorboden.

Von einem nichtgedüngten Hochmooracker im Hellweger Moor wurden einige Tage nach dem Brennen desselben Proben aus der Oberflächenschicht genommen. Dieselben stellten dunkelbraune Heidehumusbrocken dar, die mit wenigen Moostorfbrocken vermischt waren. Die Moorstücke sind z. T. mehr oder weniger angekohlt.

Eine Durchschnittsprobe wurde in frischem Zustande mit Wasser extrahiert, ausserdem eine Probe der besonders stark angekohlten Teile.

Aus einer 100 *g* Trockensubstanz entsprechenden Menge frischer Moorsubstanz gingen in Lösung:

Aus der Durchschnittsprobe des Feldes . .	**27,5**	*mg* Phosphorsäure.
„ „ besonders stark verkohlten Partie	**36,4**	„ „

Die in der Durchschnittsprobe ermittelte Menge wasserlöslicher Phosphorsäure entspricht auf eine Bodenschicht von 1 Hektar und 10 *cm* Tiefe berechnet rund *58 kg wasserlöslicher Phosphorsäure.*

II. Vegetationsversuche über das Verhalten der Phosphorsäure in verschiedenen Moorbodenarten.

a) Versuche mit den Hochmoordöden No. 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (S. 306) im Jahre 1891.

Die Versuche des Jahres 1891 wurden von dem damaligen Leiter der Moor-Versuchs-Station Herrn Prof. Fleischer eingeleitet, vom Referenten übernommen. Zu denselben dienten kleine Vegetationsgefässe von 20 *cm*

Durchmesser und 25 *cm* Höhe.[1]) Als Untergrund wurde sogen. Heideerde von nicht gebranntem und nicht gedüngtem Boden benutzt, als Oberflächenschicht die oben bezeichneten Böden verschiedener Herkunft, derart, dass sämtliche Gefässe in der oberen wie tieferen Schicht gleiche Mengen von Trockensubstanz enthielten (tiefere Schicht 948 *g*, Oberfläche 702 *g*). Der Gehalt der Böden an Phosphorsäure, in der Asche bestimmt, ist bereits angegeben (S. 306).

Düngung der Gefässe: *Grunddüngung* sämtlicher Gefässe:

20 *g* gebrannter und gelöschter Kalk (pro Hektar ca. 6370 *kg*),
12 „ Kainit (pro Hektar 3820 *kg*),
0,075 „ Chilisalpeter in Lösung (pro Hektar 24 *kg*).

Differenzdüngung:

8 *g* Thomasmehl (pro Hektar 2580 *kg*).

Plan der Versuche. Derselbe ergiebt sich aus der folgenden Tabelle:

Herkunft des Bodens	*Beschaffenheit des Bodens*: nichtgebrannt — Differenzdüngung: ohne Phosphorsäure Gefäss No.	nichtgebrannt — mit Phosphorsäure Gefäss No.	gebrannt — ohne Phosphorsäure Gefäss No.	gebrannt — mit Phosphorsäure Gefäss No.
Kolonat LANKENAU . .	201, 202	203, 204	205, 207	208, 209
„ KORTE . . .	210, 211	212, 213	214, 215	216, 217
„ INTEMANN . .	218, 219	220, 221	222, 223	224, 225
„ REINKE . . .	226, 227	228, 229	230, 231	232, 233

Versuchsfrucht war Hafer (Moorhafer). Gesäet wurde am 18. April. Die Gefässe wurden während des Versuches gleichmässig mit Wasser nahezu gesättigt gehalten. (Siehe Tabelle 1 und 2 Seite 322 und 323.

Die eingehende Besprechung der Versuchsergebnisse soll nach Darstellung der sämtlichen Vegetationsversuche erfolgen. Hier sei zunächst nur darauf hingewiesen, *wie viel grösser bei sämtlichen Böden verschiedener Herkunft das Bedürfnis des nichtgebrannten Bodens nach einer Phosphorsäurezufuhr ist, als das des gebrannten Bodens.*

Von den zu den vorstehenden Versuchen benutzten Böden wurden 6, die von KORTE, INTEMANN und REINKE, im *Jahre 1894* wiederum zu Vegetationsversuchen gleicher Art benutzt. Dieselben gelangten in cylindrischen, unten mit Tubus versehenen Glasgefässen von nahezu demselben Inhalte wie die Zinkgefässe im Jahre 1891 zur Ausführung; der Untergrund wurde gleichmässig aus Moostorf gebildet, als Oberflächenschicht die betreffenden Böden benutzt. Die Grunddüngung sämtlicher Gefässe bestand in 12 *g* gebranntem Kalk, 8 *g* Kainit und 0,9 *g* Stickstoff in Form von Chilisalpeterlösung, sämtliche Gefässe blieben ohne Phosphorsäuredüngung. Bestellt wurden sie mit *Moorhafer*. Nach Aberntung desselben wurde auf sämtlichen Gefässen weisser Senf nachgesäet und später grün abgeerntet.

[1]) Vergl. M. FLEISCHER, Mitteilung über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station Bremen 1891, S. 183.

Tabelle 1.

Erträge und Gehalt der Ernte an Phosphorsäure 1891.

No. des Gefässes	Herkunft und Beschaffenheit des Bodens	Differenzdüngung	Geerntete Trockensubstanz *g*		Durchschnittlicher Ertrag an Trockensubstanz *g*			Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure %	
			Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh
	Kolonat LANKENAU:								
201	nicht gebrannt	*ohne* Phosphorsäure	0,40	1,75	0,35	1,68	2,03	0,58	0,15
202	„	„ „	0,30	1,61				0,53	0,12
203	„	*mit* „	16,05	17,97	15,67	17,77	33,44	0,94	0,44
204	„	„ „	15,29	17,58				0,93	0,45
205	gebrannt	*ohne* „	12,86	15,89	12,56	15,56	28,12	0,63	0,05
207	„	„ „	12,26	15,23				0,66	0,05
208	„	*mit* „	15,75	19,65	15,24	19,93	35,17	0,98	0,51
209	„	„ „	14,73	20,21				0,95	0,49
	Kolonat KORTE:								
210	nicht gebrannt	*ohne* „	0,37	1,61	0,27	1,37	1,64	0,60	0,11
211	„	„ „	0,18	1,13				0,66	0,12
212	„	*mit* „	11,86	14,78	11,58	14,51	26,09	0,89	0,57
213	„	„ „	11,30	14,25				0,86	0,55
214	gebrannt	*ohne* „	12,82	18,13	13,04	18,47	31,51	0,72	0,07
215	„	„ „	13,27	18,82				0,65	0,04
216	„	*mit* „	17,86	22,71	18,86	23,52	42,38	0,98	0,41
217	„	„ „	19,86	24,34				0,98	0,42
	Kolonat INTEMANN:								
218	nicht gebrannt	*ohne* „	0,36	1,31	0,48	1,63	2,11	0,71	0,24
219	„	„ „	0,60	1,95				0,70	0,18
220	„	*mit* „	13,30	14,85	13,75	15,21	28,96	0,92	0,55
221	„	„ „	14,20	15,58				0,91	0,47
222	gebrannt	*ohne* „	13,22	16,09	13,49	15,71	29,20	0,64	0,04
223	„	„ „	13,76	15,34				0,65	0,04
224	„	*mit* „	18,32	22,96	18,62	22,98	41,60	1,00	0,44
225	„	„ „	18,92	23,00				0,97	0,43
	Kolonat REINKE:								
226	nicht gebrannt	*ohne* „	0,27	1,62	0,50	2,02	2,52	0,77	0,11
227	„	„ „	0,73	2,43				0,53	0,10
228	„	*mit* „	12,69	13,96	13,68	14,70	28,38	0,96	0,45
229	„	„ „	14,68	15,44				0,87	0,48
230	gebrannt	*ohne* „	10,69	12,48	10,86	12,55	23,41	0,71	0,05
231	„	„ „	11,03	12,63				0,63	0,05
232	„	*mit* „	16,81	19,92	16,47	19,43	35,90	0,83	0,46
233	„	„ „	16,13	18,94				0,92	0,45

Tabelle 2.

Gesamtgehalt der Ernte 1891 an Phosphorsäure in *mg*.

Beschaffenheit des Bodens	Kolonat LANKENAU				Kolonat KORTE				Kolonat INTEMANN				Kolonat REINKE			
	Korn	Stroh	Korn u. Stroh	Mittel	Korn	Stroh	Korn u. Stroh	Mittel	Korn	Stroh	Korn u. Stroh	Mittel	Korn	Stroh	Korn u. Stroh	Mittel
Ohne Düngung mit Phosphorsäure.																
Nicht gebrannt	2,3	2,7	5,0	4,3	2,2	1,8	4,0	3,3	2,6	3,2	5,8	6,8	2,1	1,8	3,9	5,1
	1,6	1,9	3,5		1,2	1,3	2,5		4,2	3,5	7,7		3,8	2,5	6,3	
Gebrannt	80,8	7,8	88,6	88,5	93,0	11,9	105,0	99,8	85,1	7,2	92,3	94,0	75,7	6,3	82,1	78,9
	80,5	7,9	88,4		86,7	7,9	94,6		89,6	6,0	95,6		69,6	6,2	75,8	
Bei Düngung mit Phosphorsäure.																
Nicht gebrannt	151,4	78,4	229,9	225,7	105,7	84,5	190,2	182,4	122,1	81,7	203,8	203,3	122,2	64,1	186,3	194,0
	141,9	79,7	221,6		96,8	77,8	174,6		129,2	73,7	202,8		128,1	73,7	201,8	
Gebrannt	155,1	99,7	254,8	247,2	175,1	93,4	268,5	233,3	184,8	100,9	285,7	284,4	139,9	91,0	230,9	232,1
	140,4	98,3	239,7		195,6	102,6	198,2		183,4	99,8	283,1		148,0	85,3	233,3	

Die Ergebnisse der Versuche mit Hafer und Senf sind in Tabelle No. 3 und 4 zusammengestellt.

Tabelle 3.

Versuch mit Hafer (nordwestdeutscher Moorhafer) 1894.

No. des Gefässes	Herkunft und Beschaffenheit des Bodens	Geerntete Trockensubstanz an		Durchschnittsertrag an Trockensubstanz			Prozentischer Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure		Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure *mg*		
		Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh[1])	Korn	Stroh	Korn und Stroh
	Kolonat KORTE:										
307	nicht gebrannt	19,39	49,37	20,45	48,77	69,22	0,54	0,09	110	43	153
308	„	21,52	48,17								
305	gebrannt	33,26	56,33	33,83	57,70	91,53	0,78	0,11	264	61	325
306	„	34,41	59,07								
	Kolonat INTEMANN:										
303	nicht gebrannt	14,48	37,63	15,15	38,78	53,93	0,55	0,09	84	35	119
304	„	15,83	39,93								
301	gebrannt	38,26	59,87	37,93	59,51	97,44	0,88	0,11	334	67	401
302	„	37,61	59,15								
	Kolonat REINKE:										
311	nicht gebrannt	27,85	51,94	27,52	54,22	81,74	0,54	0,10	148	53	201
312	„	27,20	56,50								
309	gebrannt	20,81	50,31	21,42	49,58	71,00	0,65	0,12	139	58	197
310	„	22,03	48,86								

[1]) Die prozentischen Zahlen sind auf 2 Stellen abgerundet, bei der Berechnung des Gesamtgehaltes an Phosphorsäure die 3stelligen Zahlen benutzt worden.

Tabelle 4.

Nach Hafer gebauter Senf (grün geerntet) 1894.

No. des Gefässes	Herkunft und Beschaffenheit des Bodens	Ertrag an lufttrockener Substanz	Durchschnittsertrag an Trockensubstanz	Prozentischer Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure	Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure mg
	Kolonat Korte:				
307	nicht gebrannt	1,3	1,26	0,57	7,3
308	"	1,5			
305	gebrannt	12,2	10,72	0,57	60,7
306	"	11,2			
	Kolonat Intemann:				
303	nicht gebrannt	1,4	1,19	0,51	6,0
304	"	1,2			
301	gebrannt	15,4	12,38	0,66	81,7
302	"	11,6			
	Kolonat Reinke:				
311	nicht gebrannt	3,0	2,58	0,57	14,8
312	"	2,7			
309	gebrannt	2,4	2,22	0,64	14,3
310	"	2,5			

Auch im Jahre 1894 ist das Phosphorsäurebedürfnis des nichtgebrannten Bodens von Korte und Intemann grösser, als dasjenige des gebrannten Bodens derselben Herkunft, jedoch in viel geringerem Grade, als im 1. Versuchsjahre 1891. Die Durchschnittserträge an Trockensubstanz und die aufgenommenen Mengen Phosphorsäure auf nichtgebranntem und gebranntem Boden verhalten sich *ohne* Phosphorsäuredüngung annähernd *bei dem Boden von Korte:*

Geerntete Trockensubstanz:

1891 nicht gebrannt : gebrannt = 1 : 19,
1894 " : " = 1 : $1^1/_3$.

Aufgenommene Phosphorsäure:

1891 nicht gebrannt : gebrannt = 1 : 30,
1894 " : " = 1 : $2^1/_{10}$.

Bei dem Boden von Intemann:

Geerntete Trockensubstanz:

1891 nicht gebrannt : gebrannt = 1 : 14,
1894 " : " = 1 : $1^4/_5$.

Aufgenommene Phosphorsäure:

1891 nicht gebrannt : gebrannt = 1 : 14,
1894 " : " = 1 : $3^2/_5$.

Der *Gesamtertrag* ist im Jahre 1894 auf *gebranntem* wie *nichtgebranntem* Moor beträchtlich höher als 1891. Bei dem Boden von Reinke hat sich im Jahre 1894 sogar das umgekehrte Verhältnis zwischen gebranntem und nichtgebranntem Boden gezeigt, denn die Durchschnittserträge an Trockensubstanz und an darin vorhandener Phosphorsäure stellen sich in den beiden Jahren für nichtgebranntes und gebranntes Moor ohne Phosphorsäurezufuhr annähernd wie folgt:

Boden von Reinke.

Geerntete Trockensubstanz:

1891 nicht gebrannt : gebrannt = 1 : $9^1/_3$,
1894 „ : „ = 1 : $^{87}/_{100}$.

Aufgenommene Phosphorsäure:

1891 nicht gebrannt : gebrannt = 1 : $15^1/_2$,
1894 „ : „ = 1 : $^9/_{10}$.

Für diese merkwürdige Änderung der Bodenbeschaffenheit mit Rücksicht auf die Phosphorsäure war kein anderer Grund aufzufinden, als die Austrocknung der Proben bei Zimmerwärme im Laufe von 3 Jahren, wobei der Trockensubstanzgehalt der sämtlichen Böden im Durchschnitt von 26,1 % im Jahre 1891 auf 56,6 % im Jahre 1894 gestiegen war. Verunreinigungen des Bodens durch Staub und dergleichen waren ausgeschlossen.

Um nun zu ermitteln, ob das Austrocknen des Bodens bei verschiedenen Temperaturen eine ähnliche Veränderung in der Zugänglichkeit der in ihm vorhandenen Phosphorsäure verursacht, wie der Wasserverlust bei gewöhnlicher Temperatur, wurde noch im Jahre 1894 ein Vegetationsversuch mit Peluschken auf Hochmoorboden ausgeführt.[1]) Von einer grösseren, möglichst gleichmässig beschaffenen und sorgfältig gemischten Probe von Heidehumus wurden 6 Proben von gleichem Gewicht für die Oberflächenschicht der Vegetationsgefässe abgewogen (1541,44 *g* Trockensubstanz entsprechend). Der Untergrund wurde in allen Gefässen gleichmässig aus Moostorf gebildet. In Gefäss No. 1 und 2 wurde die Oberflächenschicht in natürlichem frischem Zustande eingefüllt, in No. 3 nach 24stündigem Trocknen bei etwa 50°, in No. 4 und 5 nach weiterem 24stündigen Trocknen bei 100°, in No. 6 nach 24stündigem Trocknen bei 180°. Sämtliche Gefässe erhielten eine gleichmässige Düngung mit

20 *g* gebranntem Kalk,
11,5 „ Kainit,
1 „ Stickstoff in Form von Chilisalpeterlösung.

Die Stickstoffdüngung wurde gegeben, um die Stickstoff-Ernährung der angebauten Leguminosen von irgend welchen Störungen, die durch mangelhafte Ausbildung der Wurzelknöllchen auf Hochmoorboden eintreten können, unabhängig zu machen, eine Massnahme, die um so mehr gerechtfertigt war, da durch das Trocknen des Bodens bei höherer Temperatur

[1]) Vorläufiger Bericht darüber: Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1894, No. 21 und Protokolle der Central-Moor-Kommission 1895, Bd. 33.

eine teilweise oder vollkommene Sterilisierung desselben eingetreten sein musste. Durch das Erhitzen auf höhere Temperatur sind wahrscheinlich ausserdem durch Zersetzungen Substanzen entstanden, die bis zu einem gewissen Grade auf die angebauten Pflanzen schädlich wirkten; die Beobachtungen während des Versuches deuteten wenigstens auf solche hin. Phosphorsäure wurde keinem der 6 Gefässe zugeführt. Das Ergebnis des Versuches, wie es in der folgenden Tabelle zusammengestellt ist, lässt keinen Zweifel darüber, dass die Unterschiede in der Entwicklung auf den verschiedenen Gefässen in erster Linie durch die grössere oder geringere Löslichkeit der Phosphorsäure in den verschieden behandelten Böden hervorgerufen sind. Ein Versuch über die Wirkung einer Phosphorsäuredüngung auf dem nichtgetrockneten Boden ist nicht ausgeführt worden, weil es einmal an Gefässen mangelte und weil in anderen gleichzeitig angestellten Versuchsreihen zu anderen Zwecken dieser Boden ein ausgesprochenes Bedürfnis nach Phosphorsäure zeigte.

Tabelle 5.

Versuch über den Einfluss des Trocknens des Hochmoorbodens auf die Löslichkeit der Phosphorsäure. 1894. Versuchsfrucht Peluschke. Tafel XX.

Gefäss No.	Art der Vorbereitung des Bodens	Geerntete Trockensubstanz pro Gefäss *g*	Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure %	Gesamt-Phosphorsäure in der Trockensubstanz *mg*	Durchschnittsgehalt in der Ernte eines Gefässes an Phosphorsäure *mg*
1	Boden in natürlichem Zustand eingefüllt	11,62	0,29	34	40
2		15,65	0,29	45	
3	Boden bei niedriger Temper. getrocknet (bei durchschnittl. 50° 2×12 Stunden)	59,98	0,49	294	294
4	Boden bei höherer Temperatur getrocknet, so wie No. 3, dann 2×12 Stunden bei 100°	33,16	1,11	368	361
5		30,10	1,18	355	
6	Boden bei 180° getrocknet 2×12 Stunden	43,80	1,04	455	455

Das Hauptergebnis des Versuches ist folgendes: *Das Trocknen bei niedriger Temperatur (ca. 50°) hat die Zugänglichkeit der Phosphorsäure des Moorbodens für die Pflanzen so stark verändert, dass bei im übrigen gleicher Düngung der Ertrag des getrockneten Bodens auf das 4fache des nichtgetrockneten Bodens stieg, die Menge der von den Pflanzen aufgenommenen Phosphorsäure auf mehr als das 7fache. Aus den bei noch höherer Temperatur getrockneten Böden (100°, 180°) sind noch sehr viel grössere Mengen von Phosphorsäure in die Pflanzen übergegangen, die Löslichkeit der Phosphorsäure ist also mit der höheren Temperatur, bei der der Boden getrocknet wurde, gestiegen; eine Steigerung der geernteten Masse ist jedoch nicht eingetreten, im Gegenteil, gegenüber dem Ertrage des Gefässes*

No. 3 ist der der Gefässe No. 4, 5 und 6 beträchtlich gesunken. Der Grund hierfür dürfte, wie oben dargelegt, in Wachstumsschädigungen zu suchen sein, die durch Stoffe verursacht sind, die sich bei höherer Temperatur in den betreffenden Böden gebildet haben.

Der Versuch vom Jahre 1894, Tabelle 3 und 4, wurde zunächst im Jahre 1895 in gleicher Weise wie 1894 fortgesetzt, um zu sehen, ob noch bemerkbare Mengen von aufnehmbarer Phosphorsäure nach der 2. Ernte im Jahre 1894 im Boden vorhanden waren. Versuchsfrucht war wiederum Moorhafer, 2. Frucht nach Aberntung desselben Senf. Während des Winters blieben die Gefässe im Gewächshaus; sie konnten wegen des Frostes nicht so wie während des Versuches mit Feuchtigkeit gesättigt gehalten werden, trockneten jedoch nicht stark aus. Im Frühjahr 1895 erhielt jedes Gefäss 1,161 *g* Chlorkalium (mit 0,45 *g* Kali) und Chilisalpeter gleichmässig nach Bedarf in Lösung mit insgesamt 0,6 *g* Stickstoff.

(Siehe Tabelle 6 und 7 Seite 328.)

Die erste Frucht, der Hafer wurde am 20. Juni abgeerntet und sämtliche Gefässe sofort mit Senf als Nachfrucht bestellt, der keine weitere Düngung ausser Stickstoff erhielt und am 20. September grün abgeerntet wurde. Das Resultat dieser Versuche ist in den Tabellen 6 und 7 enthalten. Auf allen Böden hat der Vorrat an aufnehmbarer Phosphorsäure schon bei Anbau der ersten Frucht, des Moorhafers, stark abgenommen, im Vergleich zu dem vorhergehenden Jahr; bei dem nachgesäeten Senf ist der Vorrat an aufnehmbarer Phosphorsäure überall so gesunken, dass nur eine Missernte erzeugt wurde. Auf Grund der in der Tabelle 7 klargestellten Befunde müssen wir annehmen, dass der Vorrat an aufnehmbarer Phosphorsäure in sämtlichen Gefässen im Herbst 1895 nahezu vollkommen verbraucht war.

Die Löslichkeit der Phosphorsäure in den Böden, wie sie zu den Versuchen im Frühjahr des Jahres 1895 benutzt wurden, in 0,5 $^0/_0$iger Salzsäure stellte sich wie folgt:

Aus 100 *g* vollkommen trocken gedachter Masse gingen mit 0,5 $^0/_0$iger Salzsäure in Lösung:

	Nicht gebrannt	Gebrannt
Korte	11,4 *mg*	19,6 *mg.*
Intemann . . .	13,6 „	29,7 „
Reinke	10,1 „	17,7 „

Berechnet man die Verhältnisse für die Löslichkeit und für die Erträge an Trockensubstanz bei nichtgebrannten und gebrannten Böden, so ergiebt sich folgendes:

	Verhältnis der Erträge ohne Düngung mit Phosphorsäure nicht gebrannt : gebrannt	*Verhältnis der Löslichkeit der Phosphorsäure in 0,5 $^0/_0$iger Salzsäure* nicht gebrannt : gebrannt
Korte	1 : 2,1	1 : 1,7
Intemann	1 : 2,6	1 : 2,1
Reinke	1 : 1,3	1 : 1,7

Tabelle 6.

Versuch mit Hafer (Moorhafer) 1895. Fortsetzung des Versuches von 1894.

No. des Gefässes	Herkunft und Beschaffenheit des Bodens	Geerntete Trockensubstanz in *g*		Durchschnittsertrag an Trockensubstanz in *g*			Prozentischer Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure		Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure in *mg*			Durchschnittsgehalt d. Ernte ein. Gefässes an Phosphorsäure
		Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh	*mg*
	Kolonat KORTE:											
307	nicht gebrannt	3,79	7,83	4,28	9,52	13,80	0,43	0,07	16,3	5,3	21,6	24,6
308	„	4,78	11,23				0,44	0,06	20,9	6,8	27,7	
305	gebrannt	11,28	21,04	9,99	19,10	29,09	0,49	0,04	55,0	9,5	64,5	56,5
306	„	8,71	17,17				0,49	0,03	43,0	5,5	48,5	
	Kolonat INTEMANN:											
303	nicht gebrannt	1,99	5,04	2,54	6,11	8,65	0,48	0,07	9,6	3,3	12,9	15,5
304	„	3,10	7,18				0,45	0,06	14,0	4,1	18,1	
301	gebrannt	9,68	14,33	8,74	13,90	22,64	0,56	0,04	54,0	5,1	59,1	50,7
302	„	7,81	13,48				0,48	0,03	37,6	4,7	42,3	
	Kolonat REINKE:											
311	nicht gebrannt	4,54	12,85	4,53	12,76	17,29	0,46	0,06	21,1	8,4	29,5	28,4
312	„	4,53	12,67				0,45	0,05	20,5	6,8	27,3	
309	gebrannt	6,70	14,87	7,32	14,98	22,30	0,45	0,04	30,0	6,2	36,2	37,4
310	„	7,95	15,09				0,41	0,04	32,8	5,9	38,7	

Tabelle 7.

Versuch mit Senf, nach Hafer gebaut, 1895. (Grün geerntet.)

No. des Gefässes	Herkunft und Beschaffenheit des Bodens	Geerntete Trockensubstanz in *g*	Prozentischer Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure	Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure in *mg*	Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure pro Gefäss in *mg*
	Kolonat KORTE:				
307 u. 308	nicht gebrannt	0,87	0,29	2,6	1,3
305 „ 306	gebrannt	1,01	0,29	2,9	1,4
	Kolonat INTEMANN:				
303 „ 304	nicht gebrannt	0,84	0,31	2,6	1,3
301 „ 302	gebrannt	1,60	0,24	3,8	1,9
	Kolonat REINKE:				
311 „ 312	nicht gebrannt	1,04	0,24	2,6	1,3
309 „ 310	gebrannt	0,60	0,31	1,9	0,9

Da nach den Erfahrungen des Versuches im Jahre 1894, Tabelle No. 5 angenommen werden musste, dass von der im Boden der einzelnen Gefässe vorhandenen nichtassimilierbaren Phosphorsäure noch ein gewisser Teil durch stärkeres Austrocknen bei höherer Temperatur löslich werden würde, so ist mit denselben ein Versuch dieser Art angestellt worden.

Nach der Ernte des Senfs im Herbst 1895 wurde die Humusschicht sämtlicher Gefässe sorgfältig ausgehoben und für jedes Gefäss getrennt auf einer Hürde 7 Tage bei etwa 70—80° im Trockenschrank getrocknet. Die zusammengehörigen beiden Proben wurden dann sorgfältig durcheinandergemischt, daraus eine Probe für die analytische Untersuchung genommen und der Rest, der zur Füllung zweier Gefässe nicht mehr genügte, in ein Gefäss eingefüllt und vor Staub geschützt bis zum Frühjahr aufbewahrt. Da die vollkommene Benetzung des Bodens im Frühjahr in den Vegetationsgefässen selbst nicht möglich war, wurde er in Steingutgefässe entleert, durch allmähliches Anfeuchten und Durcharbeiten vollkommen mit Wasser benetzt und wieder in die Vegetationsgefässe eingefüllt.

Versuchsfrucht im Jahre 1896 war Hafer:

Gründüngung *pro* Gefäss: 8 *g* Kainit,
10 *g* gebrannter Kalk,
0,6 *g* Stickstoff in Form von Chilisalpeterlösung im Laufe der Vegetation.

Die Ergebnisse des Versuches sowie der analytischen Ermittelungen in dem Boden und der Erntesubstanz sind in der Tabelle No. 8 zusammengestellt.

(Siehe Tabelle 8 Seite 330.)

Die Vegetation war von vornherein in den verschiedenen Gefässen verschieden. Nach der Grösse der Pflanzen geordnet bildeten die Gefässe folgende Reihe (siehe Tafel XXI):

Am Anfang Mai	Am 29. Mai	Am 13. Juni	Länge am 13. Juni
			cm
305	305	305	30
301	301	303	45
303	303	301	55
304	304	304	58
302	306	306	60
306	302	302	64

Bemerkenswert ist, dass der Hafer in Gefässen No. 301, 303 und 305 sehr viel später reifte als auf den übrigen Gefässen, am spätesten auf Gefäss No. 303, dessen Pflanzen bei der Ernte teilweise noch etwas grün waren. Nach der Aberntung des Hafers wurde wiederum Senf eingesäet, der noch weniger sich entwickelte, wie der im Herbst 1895, und alle Anzeigen von Phosphorsäurehunger aufwies.[1]) Das durch das Trocknen bei

[1]) Bei allen vergleichenden Versuchen mit Phosphorsäure auf phosphorsäurebedürftigem Hochmoorboden zeigten die nicht oder ungenügend mit Phosphorsäure gedüngten

höherer Temperatur gebildete Quantum aufnehmbarer Phosphorsäure ist mithin durch den Hafer wiederum vollständig verbraucht worden. Es treten bei diesem Versuche eine Reihe bemerkenswerter Erscheinungen auf, die zunächst näher besprochen werden müssen.

Tabelle 8.

Versuch mit Moorhafer[1]) aus dem Jahre 1896. Fortsetzung des Versuches von 1895.

No. des Gefässes 1895	No. des Gefässes 1896	Herkunft und Beschaffenheit des Bodens	Gehalt an Phosphorsäure in der Trockensubstanz %	Aus 100 g trocken gedachten Moores gelöste Phosphorsäure mit Wasser mg	Gehalt eines Vegetationsgefässes an löslicher Phosphorsäure mg	Ernte an Trockensubstanz pro Gefäss in g			Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure in %		Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure in g		
						Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh
		Kolonat Korte:											
307/8	304	nicht gebrannt	0,13	10,6	166,9	21,26	35,12	56,38	0,50	0,05	0,106	0,018	0,124
305/6	303	gebrannt	0,17	3,2	44,7	21,37	29,74	51,11	0,70	0,07	0,150	0,021	0,171
		Kolon. Intemann:											
303/4	302	nicht gebrannt	0,15	10,8	150,6	26,76	40,10	66,86	0,53	0,05	0,142	0,020	0,162
301/2	301	gebrannt	0,17	3,7	37,5	17,21	27,66	44,87	0,59	0,07	0,102	0,019	0,121
		Kolonat Reinke:											
311/12	306	nicht gebrannt	0,13	9,6	139,2	27,07	41,09	68,16	0,47	0,05	0,127	0,021	0,148
309/10	305	gebrannt	0,12	1,9	21,7	9,56	13,73	23,29	0,52	0,07	0,150	0,009	0,059

Unverkennbar sind die Beziehungen zwischen der Höhe der Erträge auf den einzelnen Böden im Jahre 1896 und ihrem Gehalt an in Wasser löslicher Phosphorsäure, wie er nach dem oben näher beschriebenen Verfahren ermittelt worden ist. Eine bessere Übersicht gewinnen wir, wenn wir die Vegetationsgefässe in steigender Richtung ordnen:

1. nach ihrem Körnerertrage,
2. nach ihrem Strohertrage,
3. nach dem Gesamtertrag an Erntemasse (als Trockensubstanz),
4. nach dem prozentischen Gehalt an löslicher Phosphorsäure im Boden,
5. nach dem in jedem Vegetationsgefäss vorhandenen Vorrat an löslicher Phosphorsäure,
6. nach dem Phosphorsäuregehalt der Ernte.

Pflanzen eine auffallend dunkle Färbung. Durch diese machte sich vielfach ein Mangel an Phosphorsäure in einem sehr jungen Entwicklungszustand schon bemerkbar, wenn auch die übrige Entwicklung der Pflanzen einen solchen noch nicht erkennen liess.

[1]) Senf nach Moorhafer im Jahre 1896 erreichte nur eine winzige Entwicklung und wurde nicht abgeerntet.

Wir erhalten dann bei Zugrundelegung der Tabelle 8 folgende Reihen:

Korn	*Ertrag an Stroh*	*Korn und Stroh*	*Löslichkeit der Phosphorsäure*	*Gehalt des Vegetationsgefässes an löslicher Phosphorsäure*	*Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure*
1.	2.	3.	4.	5.	6.
305	305	**305**	305	**305**	305
301	301	**301**	303	**301**	301
304	303	**303**	301	**303**	304
303	304	**304**	306	**306**	306
302	202	**302**	304	**302**	302
306	306	**306**	302	**304**	303

Am besten stimmen die Reihen 3 und 5 überein, die nach dem Ertrag an Trockensubstanz und dem im Vegetationsgefäss zur Verfügung stehenden Quantum löslicher Phosphorsäure gebildet sind. Nur No. 304 hat seine Stelle mit 306 vertauscht. Da grössere Mengen des Bodens nicht für die analytischen Untersuchungen verwendet werden konnten, so war leider eine Kontrolle der Bestimmungen der löslichen Phosphorsäure nicht möglich; bei der geringen Menge der zu wägenden Niederschläge, die selbst bei Verarbeitung ziemlich grosser Mengen von Trockensubstanz erhalten werden, fallen die mit der Methode verknüpften Fehler ausserdem stark ins Gewicht.

Berechnet man für die Reihe 3 und 5 die Verhältniszahlen in der Art, dass der niedrigste Ertrag und der niedrigste Gehalt an löslicher Phosphorsäure gleich 100 gesetzt wird, so ergiebt sich folgendes:

Reihe 3. Ertrag an Korn und Stroh		Reihe 5. Gehalt des Bodens an löslicher Phosphorsäure	
305	100	305	100
301	193	301	173
303	219	303	206
304	242	306	641
302	287	302	694
306	293	304	769

Bei den Gefässen No. 305, 301 und 303 steht die Steigerung des Ertrages in befriedigender Übereinstimmung mit derjenigen im Vorrat an löslicher Phosphorsäure in den einzelnen Gefässen, bei den Gefässen No. 304, 302 und 306 hält die Ertragssteigerung nicht gleichen Schritt mit der Vermehrung des Quantums zugänglicher Phosphorsäure im Boden. Das im Gefäss No. 303 vorhandene Quantum an solcher hat offenbar nahezu ausgereicht, die unter den herrschenden Vegetationsverhältnissen mögliche höchste Ernte zu erzeugen, wenigstens ist das Mehr an Ertrag in dem an aufnehmbarer Phosphorsäure viel reicheren Gefäss No. 304 verhältnismässig gering. Es ist in den Gefässen 304, 302 und 306 ein Überschuss an löslicher Phosphorsäure vorhanden gewesen, der nicht ganz zu einer Ertragssteigerung verwendet werden konnte. Merkwürdigerweise tritt bei Anordnung der Gefässe No. 304, 302 und 306 nach der Ertragshöhe die umgekehrte Reihen-

folge auf, als wie bei der Anordnung nach dem steigenden Gehalt an löslicher Phosphorsäure in den Gefässen No. 306, 302 und 304, so dass es fast den Anschein erwecken könnte, als habe die grössere Menge aufnehmbarer Phosphorsäure den Ertrag erniedrigt, und zwar um so stärker, je grösser der Vorrat war.

Bemerkenswert sind die Zahlen der letzten Reihe der Tabelle 8, die das in der Ernte enthaltene Quantum von Phosphorsäure angeben. Mit Ausnahme des Gefässes No. 304 ist dieses bei allen anderen Gefässen grösser, als die Menge der als löslich im Boden ermittelten Phosphorsäure. Während aber bei Gefässen No. 306 und 302 die Phosphorsäuremenge in der Ernte die als löslich im Boden ermittelte Menge nur wenig übersteigt, ist bei den an löslicher Phosphorsäure ärmeren Gefässen No. 305, 303 und 301 der Unterschied sehr bedeutend.

Bei Gefäss No. 305 enthielt die Ernte fast 3 mal soviel Phosphorsäure als der Boden an löslicher Phosphorsäure, bei Gefäss No. 301 etwas mehr als 3 mal soviel, bei Gefäss No. 303 mehr als das 4 fache. Durch die Versuche auf S. 319 ist bewiesen worden, dass in denselben Proben grössere und unter Umständen sehr viel grössere Mengen wasserlöslicher Phosphorsäure gefunden werden, wenn man die Proben auf einem Filter mit dem Lösungsmittel extrahiert, als wenn ein Teil desselben abfiltriert und aus den darin gefundenen Phosphorsäuremengen die Gesamtmenge gelöster Phosphorsäure berechnet wird. Es ist diese Erscheinung darauf zurückzuführen, dass eine teilweise Absorption der löslich gewordenen Phosphorsäure durch den Moorboden stattfindet, dass diese Bindung jedoch nicht so stark ist, dass die Phosphorsäure nicht durch grössere Wassermengen gelöst oder durch die Pflanzenwurzeln verwertet wird. In dem aschereicheren gebrannten Moorboden ist diese Absorption warscheinlich stärker, als in dem aschenärmeren nichtgebrannten Moor.[1] Da die lösliche Phosphorsäure bei den Böden der in Rede stehenden Versuche nach dem Verfahren ermittelt worden ist, bei dem die Menge in einem Teil des freiwillig ablaufenden Filtrates als Grundlage für die Berechnung der Gesamtmenge löslicher Phosphorsäure gilt, so sind z. T. für die nichtgebrannten Böden und in allen Fällen für die gebrannten aus den oben dargelegten Gründen viel zu niedrige Zahlen für das im Boden vorhandene Quantum löslicher Phosphorsäure gefunden worden.

Wenn trotzdem die Zahlen für die Löslichkeit der Phosphorsäure und für die Erträge in der Reihenfolge ziemlich gut übereinstimmen, so ist das wohl darauf zurückzuführen, dass eine bestimmte Gesetzmässigkeit zwischen der Menge der absorbierten und der löslich gebliebenen Phosphorsäure besteht, so dass, je mehr an letztgenannter nach obigem Verfahren im Filtrat ermittelt wird, desto mehr vom Boden durch Absorption festgehalten ist. In

[1] Wahrscheinlich spielen bei diesen Prozessen chemische Absorption und physikalische Adsorption gleichzeitig eine Rolle.

Zukunft wird bei weiteren Untersuchungen dieser Art den obigen Erfahrungen Rechnung getragen und die Löslichkeit der Substanzen, die überhaupt der Absorption unterliegen, zunächst wenigstens nach beiden Verfahren ermittelt werden müssen.

Die Gefässe, die zu dem Versuch im Jahre 1896 gedient hatten, wurden während des Winters vor Staub geschützt in normalem Feuchtigkeitszustand des Bodens an einem vor Frost gesicherten Ort aufbewahrt und am 10. März 1897 in das Gewächshaus zurückgebracht und in der Oberflächenschicht pro Gefäss mit 8 *g* Kainit gedüngt. Am 24. März werden alle gleichmässig mit Hafer bepflanzt, der Stickstoff in Form von Chilisalpeterlösung in 2 Portionen von 0,2 *g* Stickstoff am 1. und am 17. Mai erhält.

Der Hafer erreichte in den einzelnen Gefässen eine sehr verschiedene Entwicklung, aber selbst im günstigsten Fall war der Gesamtertrag gering. Das Ergebnis des Versuches ist in Tabelle 9 zusammengestellt. Das Resultat des Versuches liess keinen Zweifel darüber, dass der aufnehmbare Phosphorsäurevorrat in allen Gefässen nahezu völlig erschöpft war. Es sollte nun nochmals geprüft werden, ob durch nochmal wiederholtes Trocknen bei höherer Temperatur von neuem aus den im Boden vorhandenen Phosphorverbindungen aufnehmbare Phosphorsäure abgespalten werde. Zu dem Zweck wurde der Inhalt sämtlicher Gefässe getrennt vom 22. Juli bis 1. August bei ca. 60° im Trockenschrank getrocknet, in die Gefässe zurückgebracht, sorgfältig mit destilliertem Wasser durchfeuchtet und am 7. August mit weissem Senf besäet, der bereits am 9. aufläuft. Stickstoff wurde 2 mal je 0,1 *g* in Lösung gegeben. Die Entwicklung des Senfs war ebenfalls recht kläglich. Er wurde grün geschnitten. Das Ergebnis der Ernteermittlung und der analytischen Untersuchung der Ernte auf Phosphorsäure gegeben. Tabelle 10.

(Siehe Tabelle 9 und 10 Seite 334.)

Bei dem Hafer treten zwischen den einzelnen Gefässen noch ziemlich grosse Unterschiede auf. Das Quantum an aufnehmbarer oder von den Pflanzen aufgenommener Phosphorsäure ist allerdings sehr stark gesunken.

Beim Versuch mit Hafer im Jahre 1896 wurden aus denselben Gefässen von den Pflanzen aufgenommen insgesamt **0,785** *g* Phosphorsäure,
dagegen im Jahre 1897 nur **0,126** „ „ .

Der durch Trocknen des Bodens im Jahre 1896 löslich gewordene Phosphorsäurevorrat ist durch die 2. Halerernte im Jahre 1897 nahezu völlig verbraucht worden. Aus dem Umstand, dass das nochmalige Erhitzen nach der Aberntung des Hafers im Jahre 1897 keinen irgendwie nennenswerten Erfolg für die Ernährung des nachgebauten Senfs mit Phosphorsäure gehabt hat, geht aber weiter hervor, dass auch die Verbindungen des Phosphors oder der Phosphorsäure im Boden, die lösliche Phosphorsäure beim wiederholten Trocknen desselben geliefert haben, nahezu völlig verbraucht sein müssen.

Tabelle 9.

Versuch mit Hafer 1897. Fortsetzung des Versuches von 1896.[1]) (Tafel XXII.)

No. des Gefässes	Herkunft und Beschaffenheit des Bodens	Geerntete Trockensubstanz g			Prozentischer Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure		Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure g		
		Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh
	Kolonat Korte:								
304	nicht gebrannt	3,04	7,08	10,12	0,49	0,11	0,015	0,008	0,023
303	gebrannt	1,26	3,96	5,22	0,47	0,13	0,006	0,005	0,011
	Kolonat Intemann:								
302	nicht gebrannt	5,55	11,56	17,11	0,49	0,09	0,027	0,010	0,037
301	gebrannt	1,52	5,12	6,64	0,46	0,09	0,007	0,005	0,012
	Kolonat Reinke:								
306	nicht gebrannt	5,23	13,61	18,84	0,48	0,07	0,025	0,009	0,034
305	gebrannt	1,01	3,61	4,62	0,49	0,11	0,005	0,004	0,009

Tabelle 10.

Senf nach Hafer im Jahre 1897 (grün geerntet).

No. des Gefässes	Herkunft und Beschaffenheit des Bodens	Geerntete Trockensubstanz in g	Prozentischer Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure	Gesamtgehalt der Ernte an Phosphorsäure in g
	Kolonat Korte:			
304	nicht gebrannt	3,92	0,31	0,0121
303	gebrannt	4,08	0,23	0,0093
	Kolonat Intemann:			
302	nicht gebrannt	1,75	0,49	0,0086
301	gebrannt	4,77	0,35	0,0167
	Kolonat Reinke:			
306	nicht gebrannt	3,71	0,41	0,0152
305	gebrannt	2,93	0,39	0,0114

[1]) Die prozentischen Zahlen sind auf 2 Stellen abgekürzt, bei der Berechnung der Gesamtmenge an Phosphorsäure in der Ernte sind die nicht abgekürzten Zahlen berücksichtigt worden.

Leider ist es nicht möglich gewesen, genau zu berechnen, ein wie grosser Antheil der ursprünglich im Boden vorhandenen Phosphorsäure im Laufe der Jahre von den Pflanzen verwertet worden ist. Es fehlen einmal die Phosphorsäurebestimmungen in den Böden, die im Jahre 1894 zu dem Versuche benutzt wurden. Ferner ist bei diesen Versuchen als Untergrund Moostorf verwendet worden, von dem beim Ausheben der Oberflächenschicht zum Zwecke der wiederholten Düngung zwar nicht beträchtliche aber nicht genau bestimmbare Quantitäten zu der Oberfläche gelangt sind, da die Übergangsschicht zwischen Oberfläche und Untergrund durch den Einfluss des an die Oberfläche gebrachten Kalks etwas verwischt wird. Dass erhebliche Mengen von Phosphorsäure aus dem Boden der nicht mit Phosphorsäure gedüngten Gefässe den Pflanzen zugeflossen sind, ergiebt sich aus den Zahlen für die beiden ersten Versuchsjahre 1894 und 1895, in denen im günstigsten Fall gegen 0,5 *g* Phosphorsäure pro Gefäss, das ist gegen 40 $^0/_0$ der vorhandenen Bodenphosphorsäure, in der Ernte wiedergewonnen wurden, wenn wir für den prozentischen Gehalt der Böden an Phosphorsäure den im Jahre 1891 zu Grunde legen.

Es sei hier noch das Ergebnis der Untersuchung von Bodenproben auf lösliche Phosphorsäure aufgeführt, das mit Böden gewonnen wurde, die dem Versuchsfelde auf nichtgebranntem und gebranntem Hochmoorackerland bei Tanke in Hintzendorf entstammten und im Jahre 1895 nach der Roggenernte von den Parzellen als Durchschnittsproben genommen wurden (siehe Feldversuche S. 24), die niemals Phosphorsäure erhalten hatten.

Nichtgebrannte Fläche. Parzelle 23 und 27. Dunkelbrauner Heidehumus mit vereinzelten Moostorfbrocken.

100 *g* trocken gedachtes Moor enthielten in frischem Zustand:

0,0083 *g* in Wasser lösliche Phosphorsäure,
pro Kubikmeter 1,559 „ lösliche Phosphorsäure.

Für eine Oberflächenschicht von 1 *ha* bis 20 *cm* Tiefe 3,1 *kg* lösliche Phosphorsäure.

Gebrannte Fläche. Parzelle 6 und 15. Dunkelbrauner sog. Heidehumus mit ziemlich viel mässig zersetztem Moostorf vermischt.

100 *g* trocken gedachtes Moor enthielten in frischem Zustand:

0,0095 *g* in Wasser lösliche Phosphorsäure,
pro Kubikmeter 1,626 „ lösliche Phosphorsäure.

Für eine Oberflächenschicht von 1 *ha* bis 20 *cm* Tiefe 3,3 *kg* lösliche Phosphorsäure.

Die Ernte des Jahres 1895 betrug pro *ha* im Durchschnitt an Trockensubstanz:

Nichtgebrannte Fläche	Korn	Stroh	Prozent. Gehalt an Phosphorsäure		Gesamtgehalt der Ernte
Parzelle 23 und 26	90,8 *kg*	398,2 *kg*	0,56 $^0/_0$	0,13 $^0/_0$	**0,94** *kg.*
Gebrannte Fläche					
Parzelle 6 und 15	377,9 „	1051,7 „	0,53 „	0,13 „	**3,33** „

Im Jahre 1896 wurden geerntet an frischen Knollen pro *ha* ohne Phosphorsäure:

Nichtgebrannte Fläche 8365 *kg.*
Gebrannte Fläche 11080 „

Rechnen wir mit einem Gehalt der frischen Kartoffelknolle an Phosphorsäure von 0,16 % (s. S. 33), so hat die Ernte im Jahre 1896 entnommen pro *ha*:

Auf der nichtgebrannten Fläche 13,4 *kg* Phosphorsäure.
Auf der gebrannten 17,7 „ „

Die Ergebnisse der Versuche.

Als wichtigstes Ergebnis vorstehender Untersuchungen für die Chemie des Moorbodens ist die Thatsache zu betrachten, dass im natürlichen Boden sich die Phosphorsäure[1]*) in einem für die Pflanzenwurzeln sehr schwer zugänglichen und in einem in Wasser und in verdünnten Säuren sehr schwer löslichen Zustand befindet. Wird der Boden an der Luft oder bei höherer Temperatur getrocknet, so tritt eine starke Veränderung in dem Verhalten der Bodenphosphorsäure ein. Dieselbe wird zu einem beträchtlichen Teil in Wasser und verdünnten Säuren löslich und nach den mit getrocknetem Boden ausgeführten Vegetationsversuchen auch für die Pflanzen zugänglich.* Die chemische und physiologische Löslichkeit der Moorbodenphosphorsäure nimmt mit der Höhe der Temperatur bis zu einem bestimmten Grade zu (siehe Vegetationsversuch Seite 326 und Versuch 10, Seite 319), jedoch ist es nicht möglich, durch wiederholtes Trocknen des Moores allen darin enthaltenen Phosphor in lösliche Form überzuführen. Der seit 1894 durchgeführte Vegetationsversuch zeigt deutlich, dass der nach jedem Jahr im Boden verbleibende Rest an Phosphorsäure immer weniger durch das Austrocknen bei höherer Temperatur beeinflusst wird, so dass schliesslich im Jahre 1897 durch das Trocknen bei 60—80 ° nur noch eine sehr geringe Steigerung der Löslichkeit hervorgebracht wird.

Wir müssen hieraus schliessen, dass der Phosphor oder die Phosphorsäure im Moorboden in verschiedener Form vorhanden ist, einmal in einer Verbindung, die zwar im natürlichen Boden ziemlich beständig ist, aber leicht durch gewisse Prozesse (Austrocknen) löslich wird, und dann in einer Verbindung, die auch nach dem Austrocknen des Bodens verhältnismässig schwer löslich bleibt.

Auf Grund vorstehender Erfahrungen war es zunächst möglich, die erste der oben aufgeworfenen Fragen (S. 305) nach der Ursache des verschiedenen Phosphorsäurebedürfnisses des gebrannten und nichtgebrannten Moorbodens durchaus befriedigend zu beantworten. Durch das Brennen des Moores, das vorhergehende Austrocknen der zu brennenden Schicht und durch die Einwirkung der Hitze auf das Moor wird die im natürlichen

[1]) In folgendem soll der Einfachheit wegen die Annahme gemacht werden, dass es sich um Phosphorsäure handelt; die Gründe, die dafür und dagegen sprechen, werden weiter unten erörtert.

Moorboden vorhandene unlösliche Phosphorsäure zu einem so grossen Teil in wasserlösliche (d. h. in der sauren Bodenflüssigkeit lösliche) Form übergeführt, dass dadurch der Bedarf nicht nur bei mehrjährigem Anbau gedeckt wird, sondern nach Aufhören des Brandfruchtbaues unter Umständen noch ein erklecklicher Teil löslicher Phosphorsäure im Boden übrig bleibt, so dass bei fortgesetztem Anbau der gebrannte Boden zunächst ein geringeres Bedürfnis nach Phosphorsäure zeigt, als der nichtgebrannte. Diese Thatsache wurde, solange für die Untersuchung lufttrockener Boden verwendet wurde, mehr oder weniger dadurch verschleiert, dass durch das Trocknen auch die unlösliche Phosphorsäure des natürlichen *nichtgebrannten* Bodens zu einem Teil in lösliche Form übergeht und dadurch die zwischen den beiden Bodenformen bestehenden Unterschiede in der Löslichkeit der Phosphorsäure so verringert werden, dass sie nicht mehr zur Erklärung des verschiedenen Bedürfnisses derselben nach Phosphorsäure ausreichen.[1]) Wenn jedoch, wie es z. B. durch Versuch No. 12 dargethan wird, nach dem Brennen in der Oberflächenschicht des gebrannten Bodens bis 10 *cm* Tiefe 58 *kg* lösliche Phosphorsäure ermittelt wurden, während nach vielfachen Untersuchungen der nichtgebrannte natürliche Boden nur winzige Spuren löslicher Phosphorsäure enthält, so lässt dieser Befund das verschiedene Bedürfnis des gebrannten und nichtgebrannten Moorbodens nach Phosphorsäure völlig begreiflich erscheinen.

Was die zur ersten Frage gestellte Nebenfrage betrifft, ob es möglich ist, die im natürlichen Moorboden in aufnehmbarer Form vorhandene Phosphorsäure durch ein chemisches Verfahren zu bestimmen, so dürfte die Ermittlung der bei der Behandlung des Bodens mit Wasser in Lösung gehenden Phosphorsäuremenge hierfür tauglich erscheinen, wenn diese Ermittlung durch Auswaschen des Bodens auf dem Filter, **nicht** *durch Digestion mit einem bestimmten Flüssigkeitsquantum, durch Filtration eines Teiles desselben und Berechnung der gesamten löslichen Phosphorsäure aus dem in dem Filtrat gefundenen Quantum erfolgt.*[2]) Die Ergebnisse der in Tabelle 8 wieder-

[1]) Der Umstand, dass nach dem teilweisen Veraschen der Moorsubstanz bei der Brandkultur phosphorsaures Eisen oder phosphorsaurer Kalk in der Asche in fein verteilter und wahrscheinlich in der Bodenflüssigkeit löslicher Form verhanden ist, wird bei obigen Vorgängen eine gewisse Rolle spielen. Quantitativ dürfte dieser Umstand nicht allzu schwer ins Gewicht fallen. Bei den Proben des Versuches No. 12 war der Anteil an eigentlicher Asche sehr gering. Die Vegetationsversuche zeigen ferner, dass ohne Veraschung das Erhitzen allein bereits eine starke Einwirkung auf das Löslichwerden der Phosphorsäure ausübt. Vielfach habe ich von Moorkolonisten die Ansicht äussern hören, dass sie auch dann noch eine sehr gute Wirkung des Brennens bemerkt haben, wenn die leichte Moorasche zu einem grossen Teil vom Winde fortgeführt worden ist.

[2]) Die merkwürdige Erscheinung, dass durch irgend einen Vorgang im Moorboden löslich gewordene Phosphorsäure zu einem Teil wieder unlöslich oder schwer löslich wird, wird später noch eingehend besprochen werden. Sie geht jedoch wahrscheinlich nicht sofort wieder in eine solche feste Verbindung ein, dass sie nicht dem Boden durch grössere Wassermengen, wie sie bei länger andauerndem Auswaschen auf dem Filter angewendet werden, entzogen würde. Bei Versuch No. 10, S. 319, wird in dem stärker getrockneten, also auch an löslicher Phosphorsäure reicheren Boden nahezu die Hälfte der

gegebenen Versuche lassen deutliche Beziehungen zwischen dem Gehalt des Bodens an löslicher Phosphorsäure und dessen Ertragsfähigkeit ohne Phosphorsäuredüngung erkennen.

Was die zweite Hauptfrage nach *der Natur der Phosphorsäureverbindungen* im natürlichen Boden und ihr eigentümliches Verhalten betrifft, so wurde bereits in einer vorläufigen Mitteilung[1]) auf eine Reihe von Erklärungen hingewiesen.

1. Nach der oben dargelegten Ansicht von NILSON nnd EGGERTZ enthält der Moorboden einen Teil des Phosphors in organischen Verbindungen als Bestandteil der Mullkörper, den anderen Teil in oxydierter Form als Phosphorsäure oder phosphorsaure Salze. Dieser als Phosphorsäure vorhandene Teil soll durch Extraktion des Moorbodens mit verdünnten Säuren ermittelt werden können und das Maximum des im Boden vorhandenen assimilierbaren Phosphors darstellen. WIKLUND[2]) hat durch eingehende Untersuchungen im Laboratorium der Moor-Versuchs-Station dargethan, dass die letztgenannte Schlussfolgerung von NILSON und EGGERTZ unrichtig ist, sich betreffs des Vorkommens von Phosphorverbindungen im Moorboden jedoch den Ansichten der Genannten angeschlossen. Ähnliche Vorstellungen hat man auf Grund der Untersuchungen von HIDDINGH, BERTHELOT und ANDRÉ, der Moor-Versuchs-Station und anderer über den Schwefel des Moorbodens gewonnen.[3]) Entgegen der Auffassung von EGGERTZ und NILSON weist VAN BEMMELEN darauf hin,[4]) dass im Boden Colloide vorhanden sind, die Phosphorsäure mit einer gewissen Festigkeit binden. Die Nichtbeachtung der Eigenschaften der Colloide habe EGGERTZ zu der Annahme geführt, dass in den Humussubstanzen der Ackererde Schwefel, Phosphor, Eisen, möglicherweise auch Kieselsäure nicht als Oxyde anwesend seien, sondern als

gelösten Phosphorsäure durch Absorption wieder etwas fester gebunden, wenn wir das Mehr an löslicher Phosphorsäure, das beim Auswaschen auf dem Filter gefunden wurde, als fester durch Absorption gebunden ansehen. Gestützt wird die Annahme, dass die grösseren Wassermengen an sich nicht die Ursache für die höheren Befunde an löslicher Phosphorsäure beim Auswaschen auf dem Filter sind, dadurch, dass diese in dem nichtgetrockneten Boden bei diesem Verfahren nicht mehr Phosphorsäure gelöst haben, als nach dem anderen Verfahren. Man könnte ja schliesslich noch annehmen, dass das Trocknen bei höherer Temperatur die Entstehung von Phosphorsäureverbindungen verursacht habe, die ungleich löslich im Wasser sind, von denen ein Teil nur bei Behandlung mit einem grossen Überschuss an Wasser gelöst wird, der andere schon in geringeren Wassermengen löslich ist, oder dass die Gegenwart gewisser zunächst im Boden vorhandener Körper (Salze, organische Substanz) die Löslichkeit beeinträchtigt. Wie dem auch sein möge, wir werden die im Wasser überhaupt lösliche Phosphorsäure als physiologisch wirksam betrachten dürfen. Für die nächste Zeit sind noch eingehende Untersuchungen zur weiteren Aufklärung dieser interessanten Fragen geplant.

[1]) BR. TACKE, Über eine eigentümliche Eigenschaft der Phosphorsäure im Moorboden, Mitteil. d. Vereins z. Förd. d. Moorkultur 1894, 12, No. 21.

[2]) C. L. WIKLUND, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station, herausgegeben von M. FLEISCHER, Landw. Jahrb. 1891, S.-A. S. 537.

[3]) A. a. O., S. 538; ferner SCHMÖGER, Landw. Jahrb. 1896, S. 1025; 1897, S. 549.

[4]) Landw. Versuchs-Stationen 1890, S. 352.

intime Bestandteile des organischen Atomkomplexes, die durch gewöhnliche Reagenzien nicht nachgewiesen werden können. Die Beobachtungen von EGGERTZ über das Verhalten des Phosphors der sogen. Mullkörper können nach VAN BEMMELEN auch durch die Eigenschaften der colloidal gebundenen Phosphorsäure erklärt werden. VAN BEMMELEN hält es für möglich, dass ein geringer Teil des Phosphors nicht als Phosphorsäure vorhanden ist, jedoch diese Annahme noch nicht für genügend bewiesen.

Auf Veranlassung von FLEISCHER hat sich SCHMÖGER eingehend mit dieser Frage beschäftigt.[1]) Das hauptsächlichste Ergebnis seiner Untersuchungen ist dahin zusammenzufassen, dass aus dem Moorboden sowohl als aus den moorbildenden Pflanzen durch kalte Salzsäure (12—13 %) wesentlich mehr Phosphorsäure extrahiert wird, wenn die Substanzen vorher längere Zeit mit Wasser unter Überdruck gekocht wurden, als wenn die Säure auf die nicht gedämpften Substanzen einwirkt. Meist wurde aus dem gedämpften Moor nicht viel weniger Phosphorsäure mit Salzsäure extrahiert, als in der veraschten Substanz gefunden wurde. Durch das Kochen des Moores unter Druck wurde also der Teil des Phosphors oder der Phosphorsäure, der im frischen Moor in 12 % iger Salzsäure nicht löslich war, in eine darin lösliche Form übergeführt. Diese Eigenschaft eines Teiles des im Moorboden vorhandenen Phosphors erinnert sehr an das Verhalten gewisser organischer phosphorhaltiger Proteinsubstanzen (Nukleine), die ebenfalls beim Erhitzen mit Wasser Phosphorsäure abspalten. Aus dem Grunde hält es SCHMÖGER für wahrscheinlich, dass im Moorboden derartige organische Verbindungen vorhanden sind, um so mehr, da auch in den moorbildenden Pflanzen der Phosphor ein ähnliches Verhalten zeige, also der schwer extrahierbare Phosphor ebenso wie der Schwefel des Moores organischen Verbindungen angehöre, die bereits in der Pflanze vorhanden waren. Der sichere Nachweis von Nukleinen oder anderen sich ähnlich verhaltenden Substanzen ist SCHMÖGER bislang nicht gelungen.[2]) In Ergänzung vorstehender Versuche ist es nicht ohne Interesse, dass wenigstens bei Hochmoorboden der Phosphor schon bei längerem Kochen mit 5 % iger Salzsäure ohne Druck bis auf winzige Reste in Lösung gebracht wird (s. o. S. 310). An und für sich würde ja dieses Verhalten ebenfalls mit der Gegenwart nukleinartiger Substanzen in Einklang stehen, die beim Kochen mit Säure verhältnismässig leicht sich unter Abspaltung von Phosphorsäure zersetzen sollen.

[1]) M. SCHMÖGER, Ber. d. d. chem. Ges. 1893, S. 386. Landw. Jahrb. 1896, S. 1025; 1897, S. 49.

[2]) Wenn auch vieles dafür spricht, dass die organischen phosphorhaltigen Substanzen des frischen Moores, die den Phosphor in schwer extrahierbarer Form enthalten, bereits in den Pflanzen vorhanden sind, aus denen das Moor gebildet wird, so liegt doch auch die Möglichkeit vor, dass in den torfbildenden Pflanzen vorhandene (leicht extrahierbare) Phosphorsäure bei dem Prozess der Vertorfung, der in Gegenwart von Mikroorganismen und Pilzen vor sich geht, zum Teil von diesen aufgenommen und zu schwerer löslichen phosphorhaltigen Substanzen verarbeitet worden ist.

Es ist nun nicht wahrscheinlich, dass die Phosphorsäureverbindungen des Moorbodens, die nach dem Trocknen in Wasser oder verdünnten Säuren löslich werden, im Boden in Form derartiger organischer Verbindungen vorhanden sind. Diese würden, da sie unter der Einwirkung verhältnismässig geringfügiger Eingriffe Phosphorsäure abspalten (Trocknen bei niedriger Temperatur), sehr viel zersetzlicher sein müssen, als es nach unserer Auffassung die Nukleine oder ähnliche Körper sind, abgesehen von anderen weiter unten anzuführenden Gründen. Wenn wir annehmen, dass die hypothetischen Nukleine des Moorbodens ein ähnliches Verhalten zeigen, wie die der moorbildenden Pflanzen, so müssten bei der Voraussetzung, die leicht löslich werdende Phosphorsäure des Moorbodens entstamme solchen Nukleinen, auch die Phosphorverbindungen der frischen moorbildenden Pflanzen eine ähnliche leichte Zersetzlichkeit unter dem Einfluss des Austrocknens zeigen, wie es die Phosphorverbindungen des natürlichen Moores zu einem grossen Teil thun. Bei den auf Seite 318 wiedergegebenen Versuchen dieser Art ist nun allerdings ein geringer Einfluss des Trocknens nach der Richtung bemerkbar bei der Extraktion mit Wasser, bei Salzsäure verschwindet er nahezu völlig.

Bei den früheren Versuchen mit Moorböden ist unter ähnlichen Versuchsbedingungen stets eine sehr beträchtliche Steigerung der Löslichkeit der Phosphorsäure in $^1/_4$- oder $^1/_2{}^0/_0$iger Salzsäure durch das Trocknen festgestellt worden (Seite 315), während sie hier nicht auftritt. Deshalb bin ich geneigt, die geringe Steigerung der Löslichkeit der Phosphorsäure im Wasser nicht auf eine Erhöhung der Löslichkeit der Phosphorsäure an sich, sondern auf den Umstand zurückzuführen, dass die nichtgetrockneten Proben in *grünem* Zustande der Extraktion der Phosphorsäure mit Wasser einen grösseren Widerstand entgegensetzten, als die sehr viel besser extrahierbaren Proben *der trockenen, völlig abgetöteten* Substanzen, dass dieser Unterschied jedoch bei Anwendung des stärkeren Extraktionsmittels ($^1/_2{}^0/_0$ige Salzsäure) nahezu verschwunden ist.

Ein auffallend grosser Teil der Phosphorsäure des frischen Torfmooses und Heidekrautes ist in Wasser löslich, während wir in der frischen Torfsubstanz, die aus diesen Pflanzen entstanden ist, wasserlösliche Phosphorsäure nur in Spuren finden. Für diese Erscheinung sind zwei Erklärungen möglich: Entweder wird die lösliche Phosphorsäure aus den dem Vertorfungsprozess verfallenden Pflanzen durch irgend einen Prozess fortgeführt, oder sie geht in einen unlöslichen Zustand über. Ist ersteres der Fall, so kann sie durch die Bodenwasser fortgeführt werden, oder sie dient den neuen Generationen moorbildender Gewächse als willkommene Phosphorsäurenahrung, und dadurch wird der Gehalt der zunächst der Vertorfung anheimfallenden Schicht stetig vermindert. SCHMÖGER neigt auf Grund seiner Untersuchungen über den Phosphorsäuregehalt von Moorgräsern und Moorböden zu der Auffassung, dass wahrscheinlich eine bedeutende Auslaugung an Phosphorsäure während der Moorbildung stattfinde, und dass

diese die unter Umständen beträchtlichen Vorkommen von phosphorsäurereichen Sedimenten (Raseneisenstein, Vivianit) erklärlich mache.

Auf Grund einiger Beobachtungen und Erwägungen glaube ich nicht, dass auf dem Hochmoor bei der Vertorfung von Moostorf und Heide die darin ursprünglich vorhandene lösliche Phosphorsäure in erheblichem Grade ausgelaugt und von dem aus dem Moore abfliessenden Wasser fortgeführt wird. Da der Hochmooroberfläche nur atmosphärische Wasser zufliessen, müsste, wenn der erhebliche, als wasserlöslich bestimmte Anteil der Phosphorsäure der Torfmoose und Heide löslich blieb und auch nur zum Teil mit dem abfliessenden Wasser entfernt würde, mit der Zeit unausbleiblich eine starke Verminderung des gesamten Phosphorsäurevorrates im Hochmoor eintreten, die Torfsubstanz der Schichten desselben müsste, von der allerobersten noch verhältnismässig recenten abgesehen, von unten nach oben stetig ärmer an Phosphorsäure werden.[1]) Soweit darüber Untersuchungen vorliegen, ist das nicht der Fall.[2]) Bei der Vertorfung scheint, entsprechend der durch Zersetzung verursachten Zerstörung organischer Substanz, zunächst eine Anreicherung der Trockensubstanz mit Phosphorsäure einzutreten. Vor längerer Zeit anderer Zwecke wegen angestellte und bislang noch nicht veröffentlichte Untersuchungen ergaben hierüber folgendes: Aus der Oberflächenschicht eines noch im Wachstum begriffenen Hochmoores, das vorwiegend mit einer Vegetation von Heide, Torfmoos und Wollgras bestanden war, wurden Proben der lebenden Pflanzen und der darunter liegenden obersten Lagen, die diese Pflanzen in verschiedenem Zustande der Vertorfung enthielten, entnommen. Durch Auslesen mit der Hand wurden im Laboratorium die verschiedenen noch erkennbaren organisierten Reste der verschiedenen Lagen isoliert und neben anderem auf den Gehalt an Phosphorsäure untersucht. Es wurden gefunden in 100 Teilen Trockensubstanz:

	Phosphorsäure	Reinasche
1. Lebendes Heidekraut	0,098 Teile,	2,11 Teile.
2. Gröbere Heideteile aus dem zersetzten Anteil	0,067 „	1,83 „
3. Gröberer, sogen. Heidehumus	0,125 „	8,54 „
4. Feinerer, „ „	0,126 „	9,77 „
5. Moostorf, geringer zersetzt	0,060 „	— „
6. „ stärker „	0,080 „	— „
7. Wollgras, geringer „	0,080 „	— „
8. „ stärker „	0,060 „	— „

Ausgenommen das Wollgras, ist eine Anreicherung mit Phosphorsäure durch die Vertorfung unverkennbar. Wenn an der Zusammensetzung der Proben unter 3 und 4, die als sogen. Heidehumus bezeichnet sind, wahrscheinlich die humifizierten Reste des Torfmooses mit beteiligt sind — eine

[1]) Es könnte das auch auf die Dauer nicht ausbleiben, wenn durch diosmotischen Austausch oder kapillaren Transport von Wasser den obersten Schichten in trockenerer Zeit wieder Phosphorsäure aus den tieferen zuströmte.

[2]) Vergl. M. Fleischer, Die Torfstreu, S. 22, Bremen 1890.

genaue Trennung der stärker humifizierten Massen war nicht möglich —, so wird dadurch an der gezogenen Schlussfolgerung nichts geändert. Der prozentische Phosphorsäuregehalt der moorbildenden Pflanzen verschiedener Herkunft wechselt übrigens ziemlich stark, so dass Schlüsse auf etwaige Veränderungen in der prozentischen Zusammensetzung nur aus der Untersuchung der Pflanzen und des Moores, auf dem sie wurzeln, gezogen werden dürfen.

Oben ist bereits für Heidekraut ein prozentischer Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure von 0,13 und 0,12 % angegeben worden (s. S. 318); eine dritte Probe ergab einen Gehalt von 0,09 % Phosphorsäure in der Trockensubstanz.

Wenn auch diese Untersuchungen noch weiter ausgedehnt werden müssen, so wird doch aus den bis jetzt vorliegenden Resultaten der Schluss gezogen werden dürfen, dass wahrscheinlich auf dem Hochmoorboden kein irgendwie erheblicher Verlust an Phosphorsäure durch Auslaugung der moorbildenden Pflanzen eintritt, eine Anreicherung der Moormasse im allgemeinen mit fortschreitender Zersetzung zu konstatieren ist, und dass, wofür auch noch andere Beobachtungen sprechen, die in den recenten Pflanzen vorhandene lösliche Phosphorsäure, soweit sie beim Absterben derselben von ihren Nachkommen nicht wieder verbraucht wird, zunächst vielleicht durch Absorption im Boden festgehalten wird und mit der Zeit in den nicht der Luft unmittelbar ausgesetzten Schichten in eine schwerer lösliche Form übergeht. Umgekehrt müssen wir annehmen, dass bei trockneren Zeiten in den obersten der Luft und Sonne zugänglichen Schichten durch Austrocknen des Moores wiederum unlösliche Phosphorsäure in eine löslichere Form umgewandelt wird.

SCHMÖGER beschäftigt sich in einer der genannten Abhandlungen[1]) mit der von mir auf Grund der vorstehenden Versuche und Erwägungen gezogenen Schlussfolgerung, dass die Phosphorsäure-Verbindungen, die durch Trocknen leicht löslich werden, nicht Nukleinen entstammen, und kommt zu dem Schluss, dass die aus seinen Versuchen gewonnene Ansicht, der in starker Salzsäure schwer- oder unlösliche Teil des Moorphosphors und Schwefels sei schon in der Pflanze in schwer löslicher Form — sei es als Nuklein oder als andere organische Verbindung vorhanden — nicht durch die von mir in Gemeinschaft mit IMMENDORFF angestellten Versuche widerlegt ist. Der genannte Verfasser ist zu der Meinung, es bestehe zwischen seinen und unseren Unhersuchungen ein Gegensatz, durch die irrige Auffassung gekommen, dass unsererseits ein Löslichwerden des gesamten im Moorboden enthaltenen Phosphors durch Trocknen bei niedriger Temperatur behauptet worden sei. Nach den von SCHMÖGER selbst citierten Quellen,[2]) sowie den übrigen, denselben Gegenstand betreffenden Ver-

[1]) Landw. Jahrbücher 1896, S. 1039.

[2]) Sitzungsbericht der Abteilung für Agrikultur-Chemie, Naturforscherversammlung Lübeck, Seite 81; Chemiker-Zeitung 1895, Seite 1756; letzterer, nicht in allen Teilen genauer Bericht stammt nicht vom Referenten.

öffentlichungen[1]) kann es jedoch nicht zweifelhaft sein, dass nur für einen, allerdings unter Umständen sehr erheblichen Teil des Moorphosphors die Eigenschaft in Anspruch genommen wird, durch Trocknen bei höherer Temperatur in Wasser oder irgend welchen anderen schwach wirkenden Agentien löslich zu werden. Dass der Rest im Boden in schwerer löslicher, durch das Trocknen nicht wesentlich veränderlicher Form vorhanden ist, geht aus den chemischen Untersuchungen sowie den Ergebnissen der oben wiedergegebenen Vegetationsversuche hervor. In welcher Form der schwer lösliche Rest, ob als Nuklein oder andere organische Phosphorverbindung vorhanden ist, ist noch zu entscheiden.

2. Im Moorboden sind sogenannte colloidale Humusverbindungen vorhanden, die gewisse Substanzen so fest binden, dass sie nicht durch Wasser oder sehr verdünnte Säuren dem Boden entzogen werden, durch stärkere Reagenzien, konzentrierte Säuren jedoch aus dem Boden in Lösung gehen. Das Verhalten dieser Colloidalsubstanzen hat namentlich van Bemmelen eingehend untersucht und die Ergebnisse dieser Untersuchungen in einer Reihe wertvoller Abhandlungen niedergelegt.[2]) Die Stärke der Bindung ist abhängig von dem eigentümlichen Zustand der Humussubstanz, von den Stoffen selbst, der Temperatur u. s. w. Wird die colloidale Masse durch Eintrocknen, durch Wärme oder ähnliche Eingriffe molekular verändert, so ändert sich auch die Stärke der Bindung der verschiedenen Stoffe durch die colloidale Substanz.

Das Verhalten der Phosphorsäure im frischen Moorboden gegen schwache Lösungsmittel (Wasser, verdünnte Säuren einerseits, konzentrierte Säuren andererseits), die Änderung in der Löslichkeit in Wasser und verdünnten Säuren durch Austrocknen bei niedriger oder höherer Temperatur lassen es als sehr wahrscheinlich erscheinen, dass der Teil der Phosphorsäure, der durch Austrocknen bereits leicht löslich wird, im frischen Boden in colloidalen Substanzen gebunden ist, deren Bindungsvermögen für Phosphorsäure durch Austrocknen geschwächt wird. Bestärkt wird diese Auffassung dadurch, dass Stoffe (Alkohol, Äther, Glycerin), die ebenfalls stark wasserentziehend auf die colloidalen Komplexe wirken, dieselbe Erscheinung des teilweisen Löslichwerdens der Phosphorsäure in Wasser hervorrufen, wie das Austrocknen an der Luft oder bei höherer Temperatur. Die wasserentziehende Wirkung der genannten Reagenzien äussert sich in der Veränderung der physikalischen Beschaffenheit des Bodens in ganz ähnlicher Weise wie das Austrocknen. Der mehr oder weniger gelatinöse frische Boden schrumpft durch das Austrocknen stark zusammen und büsst seine Quellungsfähigkeit dabei stark ein, ebenso bei Behandlung mit Alkohol, Äther und dergl. Die Meinung, dass die Extraktion des getrockneten oder geschrumpften Bodens mit Wasser oder verdünnten Säuren leichter und erfolgreicher sei, als die des frischen, und darauf die grössere Löslichkeit

[1]) Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1894, No. 21; Chemiker-Zeitung 1895, No. 19.

[2]) Landw. Vers.-Stationen 1888, 35, Seite 108; 1890, 37, Seite 347.

eines Teiles der Bodenphosphorsäure zurückzuführen sei, ist nicht haltbar. Stark getrockneter Moorboden benetzt sich sehr schwierig und vermag nicht wieder durch Quellung sein ursprüngliches Volum zu erreichen. Man muss vielmehr annehmen, dass der gequollene, durch und durch mit Wasser gesättigte Moorboden an sich einer Extraktion weniger Schwierigkeiten entgegensetzt, als der ausgetrocknete, der selbst bei feinerer Mahlung lange Zeit bedarf, ehe er von Wasser wieder einigermassen durchdrungen wird, und der selbst bei sehr langem Stehen mit Wasser seine eigentümlich griesige Beschaffenheit bewahrt und nie wieder stark colloidal wird. Wir werden daher das Löslichwerden eines Teiles der Phosphorsäure der Änderung in dem Bindungsvermögen der colloidalen Humussubstanzen im Moorboden zuschreiben dürfen. Diese Bindung ist offenbar selbst im frischen Boden nicht so stark, dass sie stärkeren Säuren widersteht, was übrigens auch der ganzen Auffassung der Wirkungsweise der colloidalen Komplexe widersprechen würde. Bei Behandlung des frischen Moorbodens mit stärkeren Säuren werden daher beträchtliche Mengen von Phosphorsäure aus demselben gelöst, und zwar wie die Tabelle auf Seite 317 lehrt, mit steigender Konzentration des Extraktionsmittels grössere Mengen, wenn dieselben auch nicht im Verhältnis zur Konzentration zunehmen. Auch das Erwärmen des Moores bei Gegenwart von Wasser erhöht die Löslichkeit der Bodenphosphorsäure in Wasser, in hohem Grade das unter Druck im Antoklaven. Es ist anzunehmen, dass bei Behandlung des Moores mit konzentrierten Säuren, Erhitzen unter Druck, Trocknen bei sehr hoher Temperatur nicht nur die Löslichkeit der ursprünglich colloidal gebundenen Phosphorsäure erhöht, sondern auch die nicht in colloidalen Komplexen, sondern in irgend einer Form organischer Verbindungen vorhandene Phosphorsäure zum Teil löslich wird. Von einem Teil derselben, so auch von den nach Schmöger im Moorboden wahrscheinlich vorhandenen Nukleinen ist ja bekannt, dass sie unter derartigen Einwirkungen Phosphorsäure abspalten. Auffallend ist nur die Beobachtung bei Versuch 10 Seite 319, dass das durch stetiges Auswaschen auf dem Filter in dem getrockneten Moorboden als löslich gefundene Phosphorsäurequantum sehr nahe übereinstimmt mit demjenigen, das durch lange fortgesetzte Extraktion einer Probe des frischen Bodens mit 12 $^0/_0$iger Salzsäure als löslich ermittelt wurde. Die Menge beträgt rund $^2/_3$ der gesamten im Boden vorhandenen Phosphorsäure. Wenn die als wasserlöslich ermittelte Phosphorsäure das ursprünglich im Moorboden in colloidalen Substanzen vorhandene Quantum darstellt, so würde die 12 $^0/_0$ige Salzsäure auch nur dieses gelöst haben. Der merkwürdige Befund ist durch Wiederholung des Versuches mit anderen Moorböden sicherzustellen.

Die Versuche auf Seite 314 zeigen, dass *bei sehr lang andauernder Einwirkung* selbst schwacher Säuren auf den frischen Moorboden Phosphorsäure aus demselben gelöst wird, dass aber auch hier das Trocknen des Moores stets die Löslichkeit unter denselben Bedingungen steigert. Bei kürzerer Dauer der Einwirkung lösen schwache Säuren häufig ebenfalls nur Spuren.

Das Verhalten der Phosphorverbindungen des *frischen* Moorbodens gegen Ammoniak bei direkter Einwirkung oder nach vorheriger Behandlung mit Salzsäure (Seite 320) stimmt mit den von anderen Autoren ermittelten Thatsachen überein.

Dadurch, dass das Trocknen des Moores bei höherer Temperatur im Luftstrom oder im Wasserstoffstrom stattfindet, wird die Menge der wasserlöslichen Phosphorsäure nicht wesentlich verändert. Mit Rücksicht auf die Seite 319 wiedergegebenen Resultate, nach denen beim regelrechten Extrahieren auf dem Filter grössere Mengen löslicher Phosphorsäure gefunden wurden, als bei dem vorwiegend angewandten Verfahren, hätten zunächst alle Löslichkeitsbestimmungen nach beiden Methoden ausgeführt werden müssen. Bei der Schwierigkeit und Langwierigkeit des Auswaschens verhältnismässig grosser Mengen Moorbodens auf dem Filter wären jedoch hierdurch der Ausdehnung der Untersuchung nach möglichst vielen Richtungen grosse Schwierigkeiten erwachsen. Nachdem durch die vorliegenden orientierenden Untersuchungen erst ein Weg gefunden ist, auf dem man hoffen darf, zu einer befriedigenden Lösung dieser interessanten Frage vorzudringen, werden die zukünftigen Untersuchungen jedenfalls nach der Richtung erweitert werden müssen. Aus obigem Grunde möchte ich jedoch geringen Differenzen in der Löslichkeit der Phosphorsäure bei verschiedener Art der Behandlung des Bodens, selbst wenn sie die analytischen Fehlergrenzen übersteigen, wie sie z. B. bei Extraktion des im Luftstrom und im Wasserstrom getrockneten Bodens auftreten, zunächst kein allzu grosses Gewicht beimessen.

Von besonderer Bedeutung ist nun das Ergebnis der Vegetationsversuche, dass die nach unserer Auffassung colloidal gebundene Phosphorsäure des natürlichen Bodens den Pflanzen *nicht* oder nur *schwer* zugänglich ist. Erst recht wird dieses bei dem noch schwerer löslichen Phosphor, der vielleicht in organischen Verbindungen vorhanden ist, der Fall sein. Bei lang andauernder Einwirkung der Pflanzenwurzeln und der von ihnen ausgeschiedenen organischen Säuren auf den Boden wird sicher, ähnlich wie bei der länger dauernden Behandlung mit verdünnten Säuren, auch im frischen Moorboden ein kleiner Teil der colloidal gebundenen Phosphorsäure in Lösung gebracht und von der Pflanze aufgenommen, aber der quantitative Erfolg ist im Vegetationsversuch wie auf dem freien Felde offenbar ausserordentlich gering und hierbei immer noch denkbar, dass ein Teil der colloidal gebundenen Phosphorsäure durch Austrocknen und Erwärmen der obersten Moorschicht löslich wird. Die auf Seite 335 wiedergegebenen Resultate der Untersuchung der Roggenernte des Tanke'schen Versuchsfeldes zeigen, wie gering die Mengen aufnehmbarer Phosphorsäure in dem nicht mit Phosphorsäure gedüngten Boden sind, wenn auch der Vorrat des vor langer Zeit gebrannten Bodens immerhin trotz jahrelanger Entnahme immer noch grösser ist, als des nichtgebrannten. Die Ermittelung der Löslichkeit der Phosphorsäure in Wasser aus frischen — nicht getrockneten — Proben der ohne Phosphorsäure gebliebenen Parzellen der beiden Flächen zeigt, dass auf beiden eine geringe Menge wasserlösliche Phosphorsäure vorhanden ist. Es

ist wahrscheinlich, dass die fortschreitende Humifikation, die Entwässerung und Bodenbearbeitung, vielleicht auch die Einwirkung der Düngersalze die colloidale Phosphorsäure des Bodens auch unter natürlichen Verhältnissen in geringem Grade löslich macht. In Proben, die nicht kultivierten, in ursprünglicher Lagerung vorhandenen unentwässerten Oberflächenschichten verschiedener Hochmoore entstammten, ist wasserlösliche Phosphorsäure bis jetzt nicht gefunden worden, sofern sie zweifellos in frischem Zustande der Untersuchung auf solche unterworfen worden sind.

Bei den oben zusammengestellten Ergebnissen des Versuches auf nicht gebranntem und gebranntem Moorboden bei TANKE ist nach der Roggenernte noch ein beträchtlich grösseres Quantum an löslicher Phosphorsäure im Boden der nichtgebrannten Fläche gefunden, als die vorhergehende Ernte enthielt; auf dem gebrannten Boden ist der Gehalt der Ernte an Phosphorsäure etwas höher, als das nach der Ernte ermittelte Quantum,[1]) vorausgesetzt, dass die Ackerkrume beider Flächen gleichmässig 20 *m* tief war, was annähernd wohl den Thatsachen entsprechen wird. In jedem Fall ist dann jedoch das im darauffolgenden Jahre von den Kartoffeln aus dem Boden geschöpfte Quantum Phosphorsäure vielfach grösser, als das, was als löslich darin ermittelt worden ist. Wenn nun auch die Zahlen für die Löslichkeit der Phosphorsäure an der Unsicherheit leiden, dass die zum Teil absorptiv gebundene, jedoch in grösseren Mengen der Extraktionsflüssigkeit lösliche und jedenfalls den Pflanzen zugängliche Phosphorsäure nicht vollkommen darin enthalten ist, so ist es doch unverkennbar, was von vornherein ja auch nach anderen Erfahrungen über das Phosphorsäurebedürfnis der Kartoffel anzunehmen war, dass diese die Bodenphosphorsäure des Moorbodens sich in viel stärkerem Grade anzueignen vermag, als der Roggen, vielleicht in gewissem Grade auch schwerer lösliche colloidal gebundene Phosphorsäure zu lösen vermag. Diesen Umständen muss bei den zukünftigen Versuchen, die Beziehungen zwischen dem Gehalt des Bodens an in chemischem Sinne leicht löslichen Stoffen und dem physiologischem Wert derselben aufzuklären, Rechnung getragen werden.

Die Colloide der Humussubstanzen vermögen jedoch nicht nur die Phosphorsäure, sondern auch andere Stoffe fester zu binden, und es ist von vornherein wahrscheinlich, dass diese Verbindungen sich ähnlich wie die Phosphorsäure verhalten. Nach der Richtung konnten bis jetzt nur vereinzelte Versuche angestellt werden. Es sei vor allem auf die Tabellen S. 316 und S. 317 verwiesen. Die Löslichkeit einer Reihe anderer Stoffe im Moorboden wird offenbar durch Prozesse, die die Phosphorsäure löslich machen, ebenfalls beeinflusst, wenn auch nicht in demselben Sinne[2])

[1]) Es ist nicht sicher zu ermitteln gewesen, wie tief die Ackerkrume der beiden Flächen war.

[2]) Vergleiche über das Löslichwerden des Stickstoffs im Moorboden beim Trocknen C. BRUNNEMANN, 2. Ber. üb. d. Arb. d. Moor-Versuchs-Station, Landw. Jahrbücher 1896, 15, S. 189; ferner über das Löslichwerden des Stickstoffs unter Druck BR. TACKE, Verhandl. der Naturforscherversammlung in Bremen 1891, 2. Teil, S. 558.

und bei verschiedenen Versuchen für dieselben Substanzen nicht in gleicher Weise. *Für die Chemie des Moorbodens darf jedoch aus allen Beobachtungen der wichtige Schluss gezogen werden, dass für die Erforschung der Prozesse, wie sie im natürlichen Boden verlaufen, die eigentümlichen Eigenschaften der Colloide Beachtung verlangen, dass Resultate, die durch Untersuchung teilweise ausgetrockneten Bodens gewonnen werden, bei Übertragung auf den frischen Boden zu den ärgsten Täuschungen Anlass geben können,*[1]) wie ja auch die Gründe für das eigentümliche Verhalten des gebrannten Bodens gegenüber einer Düngung mit Phosphorsäure nicht befriedigend aufgedeckt wurden, solange zur Untersuchung nicht der frische Boden verwendet worden ist. Namentlich die sehr wichtigen Untersuchungen über die Absorptionsvorgänge im Moorboden[2]) müssen durch Versuche mit frischen natürlichen Böden ergänzt werden.

3. Wir haben schliesslich noch die Möglichkeiten zu erörtern, ob nicht etwa durch das Erhitzen des Moorbodens eine Vermehrung des Säuregehaltes desselben eintritt, und dadurch das Löslichwerden von Phosphorsäure, die im natürlichen Boden nicht löslich ist, erklärt werden müsse, oder ob nicht die im natürlichen Boden vorhandene Humussäure an sich bei höherer Temperatur eine stärker lösende Wirkung auf die Bodenphosphorsäure ausübt, als bei gewöhnlicher Temperatur. Was den letztgenannten Umstand betrifft, so ist der experimentelle Nachweis dafür oder dagegen kaum zu erbringen, da man nicht imstande ist, die Wirkung des Erhitzens auf die molekulare Zusammensetzung der Colloidsubstanzen aufzuheben, und da man ferner bei allen Einwirkungen, durch die die Acidität des natürlichen Bodens verändert wird, einen Einfluss auf die colloidalen Substanzen des Bodens nicht mit Sicherheit ausschliessen kann. Würde dieses möglich sein, so müssten Versuche über das Löslichwerden der colloidalen Phosphorsäure mit saurem Boden und solchem, in dem die Säure neutralisiert ist, über diesen Punkt Aufschluss liefern. Die Untersuchungen über das Löslichwerden der Moorphosphorsäure bei niedriger Temperatur sowie durch Wasserentziehung mittelst Äther, Alkohol, Glycerin lassen es nicht als wahrscheinlich erscheinen, dass die stärker lösende Wirkung der Humussäuren bei dem Löslichwerden der Phosphorsäure durch Trocknen, z. B. bei 60—80°, eine wesentliche Rolle spielt.

Was die erstgenannte Möglichkeit betrifft, dass durch Erwärmen auf höhere Temperatur der Säuregehalt des Moorbodens vergrössert und dadurch die stärker lösende Wirkung auf im natürlichen Boden unlösliche Bestandteile erklärt werde, so ist eine solche Vermehrung der Acidität des Bodens durch Trocknen desselben bei 105—110° bis jetzt nicht nachgewiesen worden. In einigen Proben wurde für die frische und die bei 105—110° während 12 Stunden getrocknete Masse folgender Gehalt an

1) Vergl. auch die Abhandlung von Naninga, Landbouwkundig Tijdschrift, Groningen 1897, Afl. 1, S. 58.

2) Versuche dieser Art werden in grösserem Umfang zur Zeit angestellt.

reier Säure[1]) festgestellt, als Kohlensäure auf die trockne Moorsubstanz berechnet:

Hellweger Moor, Moostorf: frisch	2,25,	getrocknet	2,21.
Desgl., sogen. Heidehumus: „	1,89,	„	1,86.
Maibuscher Moor, sogen. Heidehumus: frisch	1,63,	„	1,69.

Ob bei noch höherer Temperatur (150° und mehr) eine Steigerung der Acidität stattfindet, ist noch zu untersuchen.

Es muss schliesslich noch darauf aufmerksam gemacht werden, dass die vorstehenden Beobachtungen über das Verhalten der colloidalen Substanzen auch für die Mineralböden, in denen solche in Form von Humus oder anderen Verbindungen (Silikate, Thon) vorkommen, Beachtung verlangen.[2])

[1]) BR. TACKE, Über die Bestimmung der freien Humussäuren im Moorboden, Chem.-Zeitung 1897, S. 174.

[2]) Vergl. VAN BEMMELEN, Die Zusammensetzung des Meeresschlicks in den neuen Alluvien des Zuiderzee, Landw. Vers.-Stationen 1890, 37, S. 239; ferner A. W. NANINGA, Phosphorzuur en veengrond. Landbouwkunding Tijdschrift 1897, Afl. 1, S. 58.

IV. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Sickerwässer aus nichtgedüngtem und aus gedüngtem Moorboden mit besonderer Berücksichtigung der Stickstoffverbindungen.

Unter Mitwirkung von H. Immendorff und H. Minssen.

Bericht von Br. Tacke.

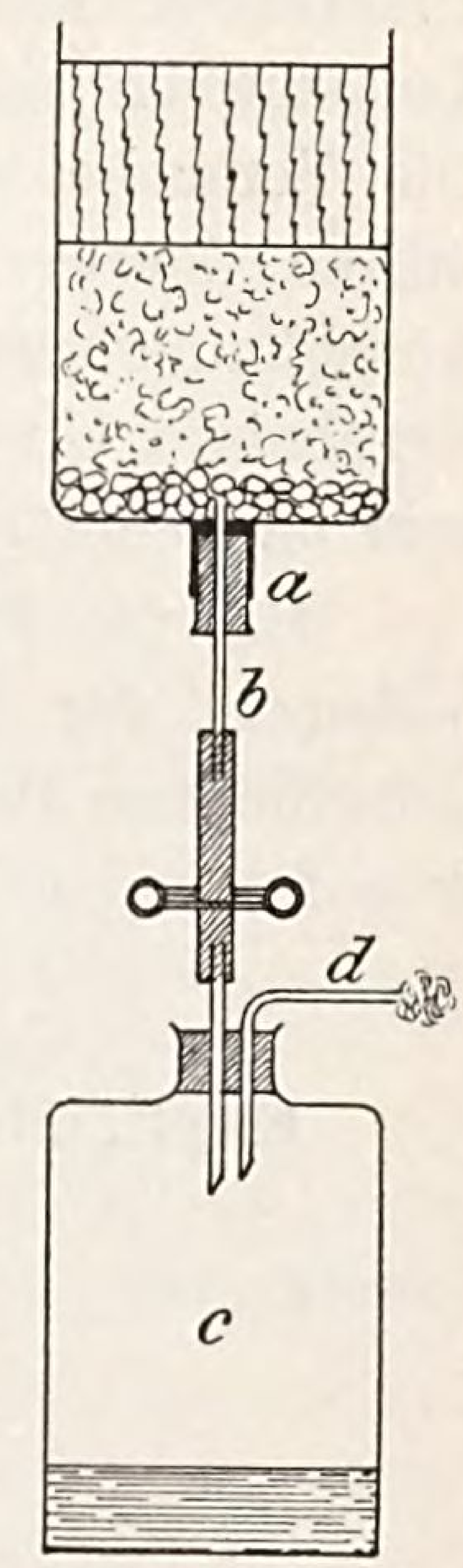
Der Moorboden zeigt in chemischer wie physikalischer Hinsicht vielfach so eigentümliche und von anderen Bodenarten abweichende Eigenschaften, dass die Ausdehnung der Versuche über das Verhalten der Bestandteile des Moorbodens selbst unter dem Einfluss verschiedener bei der Kultur gebräuchlicher Massnahmen, als auch über das Verhalten der dem Boden in Düngemitteln verschiedener Art zugeführten Stoffe nach den verschiedensten Richtungen hin von besonderer Wichtigkeit ist. Die mannigfachen Untersuchungen dieser Art verlangten eine Ergänzung durch Versuche, bei denen möglichst unter Anlehnung *an die natürlichen Verhältnisse* die Veränderung in der Löslichkeit der im Boden vorhandenen oder ihm zugeführten Stoffe untersucht und festgestellt wird, inwieweit diese Prozesse eine Bereicherung und Erhöhung oder eine Verminderung des Nährstoffvorrates im Boden verursachen. Es ist hierbei an das Verhalten der organischen stickstoffhaltigen Körper des Moorbodens, der in der Düngung zugeführten Stickstoffverbindungen, der Reaktion zwischen Kalisalzen und Phosphaten und dem Moorboden, an die Einwirkung kalkhaltiger Materialien auf den Boden zu denken. Diese Vorgänge werden in den zu beschreibenden Versuchen verfolgt durch Ermittlung der Veränderungen, die die aus dem Boden abfliessenden Sickerwässer unter verschiedenen Versuchsbedingungen erleiden. Wir gewinnen dadurch zugleich wertvolle Aufschlüsse über den Transport von Pflanzennährstoffen in die tieferen Bodenschichten, eine Frage, die für den Hochmoorboden besonders grosse Bedeutung hat. Wie in einem der vorhergehenden Abschnitte bereits eingehend dargelegt ist, besteht die Kulturschicht der Oberfläche unserer Hochmooräcker aus mehr oder weniger gut zersetzter und mehr oder weniger stark entsäuerter Moorsubstanz, die tieferen Schichten aus unzersetztem, meist faserigem und saurem Moostorf, in den die Wurzeln unserer Kulturgewächse nicht eindringen, solange er nicht entsäuert ist. Alle Nährstoffe, die aus der

Oberflächenschicht gelöst und in den Moostorfuntergrund geführt werden, sind für die Wurzeln der Pflanzen unerreichbar geworden, mithin für die Ernährung der Pflanzen verloren. Die Gefahr, auf diese Weise auf dem Hochmoorboden grosse Verluste an wichtigen und teuren Pflanzennährstoffen zu erleiden, wird vergrössert dadurch, dass das Absorptionsvermögen des Hochmoorbodens für einzelne Pflanzennährstoffe sehr schwach ist. Durch die Untersuchungen über die Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung des Hochmoorbodens in Oberfläche und Untergrund unter dem Einfluss der Düngung, die von MINSSEN und SCHLIEBS ausgeführt worden sind, ist der zahlenmässige Beweis gebracht, dass diesen Vorgängen für die Praxis der Düngung eine ausserordentliche Bedeutung beizulegen ist. Die zu beschreibenden Versuche ermöglichten es, diese Vorgänge unter Verhältnissen zu verfolgen, die den natürlichen möglichst angepasst, jedoch nach jeder Richtung leichter kontrollierbar waren, als im freien Felde, die namentlich auch den zeitlichen Verlauf der zu erforschenden Prozesse verfolgen liessen, während andererseits Störungen der Versuche ausgeschlossen werden konnten. Die Schlüsse, die über die Absorption der Pflanzennährstoffe, die in den zugeführten Meliorationsmitteln enthalten sind, aus den Veränderungen der Zusammensetzung der Sickerwässer gezogen werden, müssen, worauf AD. MAYER besonders aufmerksam gemacht hat, mit grosser Vorsicht geschehen. Sickerwasser fliesst aus dem Boden nur dann ab, wenn derselbe mit Feuchtigkeit übersättigt ist. In dem Zustande herrschen jedoch ganz andere Bedingungen für das Löslichwerden der einzelnen Bestandteile, als im nicht mit Wasser übersättigten Boden, da die Absorption im hohen Grade von der Konzentration der Bodenlösung und dem Verhältnis von Boden und Flüssigkeit abhängig ist. Diesem für Böden mit geringerer Wasserkapazität sicherlich schwer ins Gewicht fallenden Umstand ist eine geringere Bedeutung beizumessen für solche Böden, die wie der Moorboden ein ausserordentlich hohes Wasseraufsaugungsvermögen besitzen, die auch unter normalen Verhältnissen bei der Kultur im freien Felde noch so wasserreich sind und für das Gedeihen der angebauten Gewächse bleiben müssen, dass die Wassermengen, die in den Boden gelangen müssen, damit Sickerwasser abfliesst, im Verhältnis zu dem im Boden vorhandenen Wasser gering sind. Durch den einen Ablauf von Sickerwasser verursachenden Wasserzufluss wird eine ungleich geringere Änderung im Wasserquantum des Bodens und in der Konzentration der Bodenlösung hervorgerufen, als das bei Mineralböden mit geringerer Wasserkapazität der Fall ist. Zu Beginn des Versuches wurde der Boden zudem mit Wasser gesättigt, so dass auf rund 2855 *g* Trockensubstanz der Hochmoorgefässe 7646 *g* Wasser vorhanden waren. Auf rund 10501 *g* Gefässinhalt (Boden und Feuchtigkeit) kommen mithin 2855 *g* Trockensubstanz, das ist rund 27 % Trockensubstanz. Während der Dauer des Versuches wird hierin keine allzu grosse Schwankung geherrscht haben.

Die Versuche wurden mit Hochmoorböden von durchschnittlicher Beschaffenheit aus dem Hellweger Moor und mit Niederungsmoorböden aus

der Wümmeniederung bei Ottersberg angestellt. Die Zusammensetzung der beiden Bodenarten ist unten angegeben.

Die Anordnung der Versuche war folgende: Kreisrunde, cylindrische Glasgefässe von 25 *cm* lichter Weite und 35 *cm* Höhe (vergl. nachstehende Skizze) trugen in der Mitte des möglichst wagerechten Bodens einen Tubus a, in den mittelst eines guten Gummistopfens ein Ablaufrohr b eingesetzt war. Ein dauernd sicherer Schluss des Stopfens wurde durch Aufgiessen geschmolzenen Paraffins auf die Innenseite desselben bis zur Höhe des Ablaufrohres erzielt. Das Ablaufrohr b stand mittels eines Gummischlauches und eines den doppelt durchbohrten Stopfen der Flasche c durchsetzenden Rohres mit der als Sammelgefäss für das ablaufende Wasser dienenden Flasche c in Verbindung, das zweite rechtwinklig abgebogene Rohr d mündete in die Luft und war an seinem äusseren Ende, um das Eindringen von kleinen Tieren und Staub, sowie eine Verdunstung des Inhaltes möglichst zu verhindern, mit Baumwollewatte verstopft. Auf den Boden der oberen Glasgefässe war als Drainage eine einige Centimeter hohe Schicht walnussgrosser Glasbrocken gebracht.



Die Füllung der Gefässe I—IX mit frischem *Hochmoorboden* wurde in der Art vorgenommen, dass auf die Glasbrockenschicht eine Schicht Moostorf bis ca. 20 *cm* unter Rand eingefüllt wurde, darauf eine Schicht Heidehumus bis ca. 2 *cm* unter Rand. Es wurde somit die natürliche Lagerung des Hochmoorbodens auf Moorflächen nachgeahmt, auf denen das eigentliche Wachstum des Moores beendet und die Oberflächenschicht besser humifiziert, in sogenannten Heidehumus übergegangen und in der Regel auch mit einem Heiderasen bestanden ist, dessen tiefere Schichten jedoch aus vollkommen faserigem und unzersetztem Moostorf bestehen. In alle Gefässen wurde von den Bodenarten nach sorgfältigster Durchmischung der gesamten Menge gleichviel hineingefüllt und in möglichst gleichmässiger Weise mittels einer besonderen Vorrichtung schichtenweise angepresst, soweit es ohne Anwendung eines übermässig grossen Druckes möglich war. Gleichmässiges Einfüllen und Anpressen ist namentlich deshalb von grosser Wichtigkeit für das Gelingen der Versuche, weil nur auf diese Weise ein möglichst gleichmässiger Durch- und Ablauf des auf die Bodenoberfläche der Gefässe gelangenden Wassers erreicht wird. Die gefüllten Gefässe standen im Freien, wurden nicht bepflanzt und die aus den im Boden vorhandenen Samen aufgehenden Pflanzen jedesmal entfernt.

Gefässe No. X bis XIII wurden gleichmässig bis 12 *cm* unter Rand mit Niederungsmoorboden beschickt, darauf eine Deckschicht mittelkörnigen Sandes von 10 *cm* Stärke gebracht, in derselben Weise, wie es bei der Anlage Rimpau'scher Sanddeckkulturen auf Niederungsmoorboden geschieht. Auch hier erhielt jedes Gefäss die gleiche Menge Moorboden und Sand.

In den Gefässen I bis IX wog die untere Schicht (Moostorf) in frischem Zustande 3245 *g*, entsprechend 434,5 *g* Trockensubstanz, die Oberflächenschicht (Heidehumus) 4415 *g* frisch, entsprechend 1579,7 *g* Trockensubstanz. In den Gefässen X bis XIII wog die Moorschicht in frischem Zustande 6292 *g* frisch, entsprechend 1903,9 *g* Trockensubstanz, die Sanddecke 5987 *g* frisch, entsprechend 5469 *g* Trockensubstanz.

Nach der Füllung war mithin in den Gefässen mit Hochmoorboden eine sogenannte Heidehumusschicht von ca. 18 *cm* Stärke vorhanden, darunter eine Moostorflage von ca. 12 *cm*, insgesamt also eine Moorschicht von 30 *cm*. Auf vielleicht nur sehr wenigen Hochmooräckern besitzt die Schicht, in der die Pflanzen wurzeln, die Stärke von 30 *cm*, alle Erfahrungen drängen jedoch dahin, sie auf diese und noch grössere Stärke zu bringen, was mit Hilfe der Kalkung des Moostorfuntergrundes sich nach den seitdem gemachten Erfahrungen auch leicht und schnell erreichen lässt. Die Versuche wurden jedoch zunächst nur mit einer Schicht von 30 *cm* Stärke durchgeführt, da Mangel an Raum und Gefässen einer weiteren Ausdehnung entgegenstand. Es wird mit Rücksicht auf die gewonnenen Ergebnisse eine Fortsetzung und Erweiterung der Versuche sehr wichtig sein und eine solche ist auch für die nächste Zeit geplant.

Bei der Füllung erhielten die einzelnen Gefässe, die mit Hochmoorboden in der Humusschicht, die mit Niederungsmoor in der Sanddecke verschiedene Beimischungen von Kalk und künstlichen Düngermitteln nach dem folgenden Plane.

Gefäss I bis IX mit Hochmoorboden.

Es erhielten: No. I und II *keinen* Zusatz,
„ III „ IV 15 *g* gebrannten Kalk,
„ V „ VI { 15 *g* gebrannten Kalk, 6,7 „ Kainit, 3,8 „ Thomasmehl,
„ VII „ VIII wie 5 und 6,
„ IX { 15 *g* gebrannten Kalk, 6,7 „ Kainit, 3,8 „ Thomasmehl, 2 „ Chilisalpeter.

Gefäss X bis XIII mit Niederungsmoorboden.

Es erhielten: No. X und XI *keinen* Zusatz,
„ XII „ XIII { 6,7 *g* Kainit, 3,8 „ Thomasmehl.

Der Zusatz an Kalk und Kunstdünger entsprach pro Hektar ungefähr
3000 *kg* gebrannten Kalk,
1340 „ Kainit,
760 „ Thomasmehl,
400 „ Chilisalpeter,

Mengen, wie sie bei den erstjährigen Düngungen des Hochmoorbodens in praxi angewendet werden. Dem Niederungsmoorboden wurde zum Vergleich an Kainit und Thomasmehl dieselbe Quantität zugesetzt. Die pro Gefäss zugesetzte Menge von:

6,7 *g* Kainit	enthielt	0,8790 *g*	Kali,
3,8 „ Thomasmehl	„	0,7505 „	Phosphorsäure,
2,0 „ Chilisalpeter	„	0,3202 „	Stickstoff, entsprechend
		0,7743 „	Salpetersäure.

Die Zusammensetzung der verwendeten Bodenarten war folgende:

1. *Sogenannter Heidehumusboden.* Oberflächenschicht der Gefässe No. I bis IX.

Ziemlich gut zersetzter, brauner Hochmoorboden aus dem Hellweger Moor.

100 Teile der Trockensubstanz enthielten (in der Asche ermittelt): [1])

Verbrennliche Stoffe	88,01
Stickstoff	1,48
Mineralstoffe (Reinasche)	11,99
In Salzsäure Unlösliches	9,95
Kalk	0,28
Magnesia	0,17
Kali	0,09
Eisenoxyd und Thonerde	1,07
Phosphorsäure	0,14
Schwefelsäure	0,21. [2])

2. *Moostorf.* Tiefere Bodenschicht der Gefässe No. I bis IX.

Vollkommen unzersetzter, faseriger, hellbrauner Sphagnumtorf.

In 100 Teilen der Trockensubstanz sind vorhanden (in der Asche ermittelt):

Verbrennliche Stoffe	97,57
Stickstoff	0,82

[1]) Betreffs der Methoden der Untersuchung sei auf den vom Ref. verfassten Abschnitt *B. Untersuchung der Moorböden* in König, Untersuchung landwirtschaftlich und gewerblich wichtiger Stoffe, Berlin 1891, Seite 84, verwiesen. Die in der 2. Auflage (1898) eingetretenen Veränderungen sind ohne Wissen des Verfassers geschehen.

[2]) Die Gewinnung der Asche geschah ohne Zusatz von kohlensaurem Natron. Durch Gundlach ist darauf hingewiesen worden (Journal für Landwirtschaft 1892, Seite 223), dass die Bestimmung der Schwefelsäure in Mooraschen besondere Vorsichtsmassregeln erfordert, namentlich Verluste an Schwefel eintreten können, wenn nicht die zu veraschende Substanz, ähnlich wie bei Gewinnung von Pflanzenaschen, mit Natriumkarbonatlösung getränkt wird, und dass vermieden werden muss, dass aus dem Leuchtgas Schwefel in Form des Dioxyds von der Asche aufgenommen wird. Nach Schmöger (Landw. Jahrb. 1896, Seite 1047), der die Gundlachschen Angaben einer Nachprüfung unterzog, werden für kalkreiche Niederungsmoore die Resultate der Schwefelsäurebestimmung durch die Art der Veraschung kaum beeinflusst, dagegen bei kalkarmen Hochmooren unter Umständen grosse Verluste an Schwefel beobachtet. Die Frage hat für die vorliegenden Analysen keine besondere Bedeutung, da die Schwefelsäure in dem Sickerwasser überhaupt nicht berücksichtigt worden ist.

Mineralstoffe	2,43
In Salzsäure Unlösliches	1,33
Kalk	0,26
Magnesia	0,29
Kali	0,11
Eisenoxyd und Thonerde	0,12
Phosphorsäure	0,06
Schwefelsäure	0,24.

3. *Niederungsmoorboden.* Füllung der Gefässe No. X—XIII: Schwarzer, vollkommen erdiger, gut zersetzter Niederungsmoorboden.

100 Teile Trockensubstanz enthalten (in der Asche ermittelt):

Verbrennliche Stoffe	81,05
Stickstoff	2,90
Mineralstoffe	18,95
In Salzsäure Unlösliches	7,11
Kalk	5,23
Magnesia	0,21
Kali	0,06
Eisenoxyd und Thonerde	2,85
Phosphorsäure	0,31
Schwefelsäure	1,58.

4. *Sandboden von Rockwinkel bei Bremen.* Deckschicht der Gefässe No. 10—13:

Hellgelber, mittelkörniger, humus- und thonarmer Sand.

In 100 Teilen der bei 105° getrockneten Probe sind vorhanden:

Verbrennliche Stoffe (Glühverlust) . .	1,59
Stickstoff	0,13
Mineralstoffe	98,41
Kalk	0,04
Magnesia	0,14
Kali	0,08
Eisenoxyd und Thonerde	1,46
Schwefelsäure	0,03
Phosphorsäure	0,05.

Die Gefässe waren im Freien ohne Schutzdach so aufgestellt, dass sie den atmosphärischen Niederschlägen, sowie Wind und Sonnenschein in ihrer Oberflächenschicht möglichst gleichmässig ausgesetzt waren. Um schnelle Temperaturschwankungen und eine übermässige Erwärmung zu verhindern, wurden sämtliche Gefässe bis an den Rand in einen Kasten versenkt, der im Boden für den Tubus der Gefässe mit Löchern versehen war. Die Zwischenräume zwischen den Gefässen waren dicht mit Moostorf ausgefüllt. Die unter den Gefässen stehenden Aufsaugflaschen waren durch einen dichten Kasten, der an der Vorderseite Thüren hatte, geschützt.

Gewöhnlich wurden die Gefässe nicht begossen, nur wenn nach länger anhaltender Dürre das Volumen der Oberflächenschicht des Moorbodens durch Austrocknen merklich schrumpfte und dadurch zwischen der Füllung und der Gefässwand Spalten zu entstehen drohten, die später ein ungleichmässiges Ablaufen des Wassers befürchten liessen, wurde auf die Oberfläche aller Gefässe derselben Reihe gleichmässig soviel destilliertes Wasser gebracht (500 *ccm* in maximo), dass die Oberflächenschicht wieder hinreichend angefeuchtet wurde. Auch während des Winters blieben die Gefässe im Freien. Der Inhalt gefror bis zu grösserer Tiefe, der Ablauf des Sickerwassers hörte auf, ein Zerspringen der Gefässe durch Frost trat glücklicherweise jedoch in keinem Falle ein.

Die Versuche begannen am 8. Mai 1894 und endeten am 24. Dezember 1895.

Da die Mengen des in dem Sickerwasser vorhandenen Stickstoffes und die Form desselben bestimmt werden sollten, mussten Vorkehrungen dagegen getroffen werden, dass in den Sammelgefässen keine Veränderung der Stickstoffverbindungen durch Pilz- oder Bakterienwucherungen, die sich in Extrakten aus Moorböden mit Vorliebe einstellen, verursacht wurden. Es wurde dieses in durchaus sicherer Weise durch Einfüllen von 100 *ccm* konzentrierter Sublimatlösung in jedes Sammelgefäss erreicht, wobei allerdings die Vorsicht beachtet werden musste, dass mit der Sublimatlösung die Innenwände der Sammelflaschen vor Einstellung derselben sorgfältigst benetzt und der Inhalt zeitweilig durch Schütteln gemischt wurde. Es konnte andernfalls sich ereignen, namentlich nach dem Abfluss grösserer Sickerwassermengen in regenreicher Zeit, dass an der Oberfläche der Flüssigkeit in den Sammelgefässen trotz des Sublimatzusatzes eine lebhafte Schimmelbildung eintrat, offenbar weil ohne Schütteln die Diffusion des Quecksilberchlorids in die oberen Flüssigkeitsschichten des Gefässinhaltes zu langsam erfolgte. Die Sammelgefässe fassten ca. 5 *l*. Nach bestimmter Zeit wurde der Inhalt derselben der Menge nach festgestellt und sofort auf Salpetersäure und Ammoniak untersucht, ein bestimmter Anteil jedesmal aufbewahrt und in den während eines längeren Zeitraumes gesammelten Anteilen der Sickerwassermengen eines jeden Gefässes eine Untersuchung auf Kali, Eisen, Magnesia, Kalk und Phosphorsäure vorgenommen.

Zur Bestimmung der *Salpetersäure* wurde die Schlösingsche Methode und der von Kreusler hierfür konstruierte Apparat benutzt.[1]) Die Vorteile dieses Apparates, der dem nicht mit demselben Vertrauten vielleicht zuerst etwas kompliziert erscheint, nach kurzer Übung jedoch, was bequeme und sichere Handhabung betrifft, nichts zu wünschen übrig lässt, treten bei der Bewältigung grösserer Analysenreihen, namentlich in Lösungen nach Art der bei den in Rede stehenden Versuchen gewonnen, sehr deutlich hervor. Für die Bestimmung der Salpetersäure wurden bis 400 *ccm* des

[1]) U. Kreusler, Beiträge zur quantitativen Bestimmung des Stickstoffes. Landw. Versuchs-Stationen 1884, S. 207.

Sickerwassers unter Zusatz von salpetersäurefreier Natronlauge eingedampft, der Rückstand mit möglichst wenig Wasser aufgenommen und für die Bestimmung benutzt.

Die Untersuchungen von Th. PFEIFFER und H. THURMANN,[1]) die während der Ausführung vorliegender Arbeit bekannt wurden, gaben Veranlassung zu prüfen, ob die Ausstellungen, die die genannten Autoren an der Methode der Salpetersäurebestimmung bei Gegenwart grösserer Mengen organischer Substanz machen, auch auf die Bestimmung der Salpetersäure in den Sickerwässern aus Moorböden zutreffen. Zu dem Ende wurden wechselnde Mengen einer Nitratlösung von bekanntem Gehalt mit verschiedenen Mengen mehr oder weniger humushaltigen Sickerwassers vermischt und in der Mischung der Gehalt an Salpetersäure nach dem geschilderten Verfahren ermittelt. Die Menge an Salpetersäure, die sich der Bestimmung entzog, betrug im ungünstigsten Falle 1,4 $^0/_0$ des in Form von Salpetersäure zugesetzten Stickstoffes, so dass für den vorliegenden Zweck sich das Verfahren als befriedigend genau bewährte.

Die Ermittlung des in den Wässern vorhandenen Ammoniaks geschah durch Destillation eines bestimmten Quantums mit gebrannter Magnesia. Unzweifelhaft werden auch die organischen stickstoffhaltigen Verbindungen des Sickerwassers aus Moorböden, die den Stickstoff nicht in Form von Ammoniak enthalten, durch Magnesia teilweise unter Abspaltung von Ammoniak zerlegt. Zunächst wurde dadurch, dass bei allen Bestimmungen mit gleichen Konzentrationen unter möglichster Gleichheit aller übrigen Bedingungen (Kochdauer, Menge des Destillates u. s. w.) gearbeitet wurde, versucht, wenigstens vergleichbare Resultate zu gewinnen. Kontrollermittlungen unter diesen Umständen in derselben Lösung gaben übereinstimmende Resultate. Es wird weiterhin angenommen werden können, dass der durch Magnesia abspaltbare Teil der löslichen organischen Stickstoffverbindungen den am leichtesten auch unter natürlichen Verhältnissen in Ammoniak übergehenden Bestandteil derselben darstellt.[2])

Für die Ermittlung der unverbrennlichen Bestandteile des Sickerwassers war die Ausfällung des zugesetzten Quecksilberchlorids nötig. Dasselbe geschah durch Schwefelwasserstoff. Bei dem späteren Eindampfen der Flüssigkeiten trat eine Abscheidung von Schwefel ein. Das Glühen des Rückstandes konnte daher in Platinschalen erst dann vorgenommen werden, wenn durch vorheriges schwaches Glühen in einer Porzellanschale der vorhandene Schwefel verbrannt war. Bei den späteren Untersuchungen wurden die organischen Substanzen des Rückstandes mit dem etwa ausge-

[1]) TH. PFEIFFER und H. THURMANN, Bestimmung von Nitratstickstoff neben organischem Stickstoff. Landw. Versuchs-Stationen 1895, S. 1.

[2]) Bei dieser Gelegenheit wurde die auch anderseits bestätigte Beobachtung gemacht, dass die Destillation mit gebrannter Magnesia bei Anwendung eines Kühlapparates bei der Titrierung unter Umständen grosse Fehler dadurch verursacht, dass das Destillat stark kohlensäurehaltig wird durch Zersetzung von der gebrannten Magnesia beigemischtem Magnesiakarbonat. Ein Auskochen des Destillates vor der Titration ist daher unerlässlich.

schiedenen Schwefel durch Kochen mit Salpetersäure zerstört, eine Bestimmung der in den Sickerwassermengen vorhandenen Schwefelsäure allerdings in beiden Fällen unmöglich. Die Ermittlung der einzelnen Stoffe im Glührückstand erfolgte im übrigen nach den bekannten analytischen Methoden.

Die Mengen des in den einzelnen Versuchsperioden gesammelten Sickerwassers, der Gehalt desselben an Salpetersäure, der in den Einzelproben bestimmt wurde, ferner der Gehalt der während eines längeren Zeitraums gesammelten und vereinigten Sickerwassermengen an Ammoniak, Kali, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd und Thonerde, Phosphorsäure sind zunächst in den hierunter folgenden Tabellen zusammengestellt. Weiterhin ist aus den Zahlen für die einzelnen Kontrollgefässe das Mittel berechnet und schliesslich eine Umrechnung auf eine Bodenfläche von 1 *ha* vorgenommen worden, um von dem Quantum der durch die Sickerwässer aus der Oberfläche entführten Substanzen eine bessere Vorstellung zu geben.

Vorerst ist zur Ausführung der Versuche noch folgendes zu bemerken:

Die an Kalk und Stickstoff reichen Niederungsmoore bedürfen bekanntlich im allgemeinen keine Düngung mit Stickstoff, weil die Stickstoffverbindungen des Moores unter normalen Verhältnissen genügende Mengen für die Pflanzen aufnehmbarer Stickstoffnahrung liefern. Die ausgesprochenen Moostorfheidemoore (Hochmoore) sind an Kalk und Stickstoff sehr viel ärmer. Namentlich wenn künstliche Düngemittel verwendet werden sollen, muss eine Kalkung des Bodens vorhergehen; stickstoffzehrende Pflanzen verlangen auf dem Hochmoor unter Umständen eine kräftige Düngung mit Stickstoff (Chilisalpeter), wenn nicht durch eine stickstoffsammelnde Vorfrucht oder längere Kultur ein grösseres Quantum von Stickstoff in der Krume angesammelt worden ist, der leicht in aufnehmbare Form übergeht. Immerhin ist das in dem natürlichen Hochmoorboden vorhandene Quantum von Stickstoff nicht klein und beträgt z. B. nach dem Durchschnitt einer Reihe von Analysen der Moor-Versuchs-Station auf 1 *ha* nichtgenutzten sogenannten jungfräulichen Moorbodens bis 15 *cm* Tiefe ca. 3200 *kg*. Wenn nun auch in dem nichtgekalkten unkultivierten sauren Hochmoorboden nach allem, was man über den Vorgang der Nitrifikation weiss, keine irgendwie kräftige Nitrifikation der organischen Stickstoffverbindungen zu erwarten ist, so ist es doch schwer verständlich, weshalb auch nach der Kultivierung und nach der Kalkung die Stickstoffverbindungen des Hochmoors für die Pflanzenernährung im allgemeinen so wertlos bleiben, wie es nach den bisherigen Erfahrungen angenommen werden muss. Man schloss daraus auf eine im Vergleich zu den Stickstoffverbindungen des Niederungsmoores grosse Widerstandsfähigkeit der Stickstoffkörper des Hochmoores gegen nitrifizierend wirkende Prozesse. Um hierüber Aufschluss zu gewinnen, wurden im Jahre 1892 bereits Vorversuche angestellt, die bislang nicht veröffentlicht worden sind und deren Ergebnisse hierunter zusammengestellt sind.

Da nach mehrfachen Angaben die Nitrifikation durch die Gegenwart grosser Mengen organischer Substanz beeinträchtigt werden soll, so wurde bei den Versuchen ein bestimmtes Quantum Moorsubstanz mit einer ver-

hältnismässig grossen Menge gut ausgewaschenen stickstofffreien Quarzsandes gemischt, in flache, mit Ablauf im Boden versehene Glasschalen an einen vor Staub geschützten Ort gebracht und dort bei Sommertemperatur längere Zeit stehen gelassen. In den einzelnen Gefässen war, um die Wirkung des Kalkes auf die Salpetersäurebildung zu untersuchen, gebrannter Kalk in Mengen von 5 und 10 *g* zugemischt. Zur Erregung der Nitrifikation wurde ferner allen Gefässen ein Quantum von 0,5 *g* Gartenerde, in der eine deutliche Salpeterbildung vor sich ging, zugesetzt. Durch Nachgiessen von stickstofffreiem Wasser und Wägung der Gefässe wurde die Feuchtigkeit in allen während der Versuchszeit gleichmässig gehalten. Der Feuchtigkeitsgrad war so gewählt, dass die Durchlüftung des Gefässinhaltes nicht dadurch behindert wurde. Nach einer bestimmten Zeit wurden die Gefässe mit destilliertem Wasser solange ausgewaschen, bis das ablaufende Wasser keine Reaktion auf Salpetersäure mehr zeigte. Vor der Einwirkung des Lichtes waren die Gefässe durch Papierschirme geschützt. Die aus jedem Gefäss gewonnene Flüssigkeit wurde, um eine Reduktion von Salpetersäure durch Bakterien und Pilze zu verhindern, sofort mit Sublimatlösung versetzt. Die Menge der in jedem Gefäss gebildeten Salpetersäure ergiebt sich aus der folgenden Tabelle:

Art und Herkunft des Bodens	Verwendete Menge 50 *g* lufttrocken = trocken	Gehalt an Stickstoff in 100 Teilen Trockensubstanz %	In 50 *g* lufttrocken sind vorhanden *g* N	Pro Gefäss sind entstanden *mg* Salpetersäure: ohne Zusatz von Kalk No. 1	ohne Zusatz von Kalk No. 2	Mittel aus 1 und 2	bei Zusatz von 5 *g* Kalk No. 3	bei Zusatz von 10 *g* Kalk No. 4	In % des Gesamtstickstoffs sind in Salpetersäure übergegangen: ohne Zusatz von Kalk No. 1	ohne Zusatz von Kalk No. 2	Mittel aus 1 und 2	bei Zusatz von 5 *g* Kalk No. 3	bei Zusatz von 10 *g* Kalk No. 4
Hochmoorboden aus dem Hellweger Moor, in Brandkultur genutzt	44,216	1,19	0,5262	6,4	7,2	**6,8**	35,2	26,0	1,21	1,37	**1,29**	6,68	4,94
Desgl. nicht in Brandkultur genutzt	46,469	1,57	0,7296	6,4	6,7	**6,6**	39,4	23,5	0,87	0,91	**0,89**	5,40	3,22
Moostorf, zu Torfstreu verarbeitet	44,060	0,79	0,3881	5,1	—	**5,1**	23,8	27,7	1,31	—	**1,31**	6,13	7,13
Moorboden von Cunrau (Niederungsmoor)	48,303	2,73	1,3187	48,6	41,9	**45,2**	55,9	55,2	3,68	3,17	**3,42**	4,24	4,19
Moorboden aus dem Dachauer Moor (Niederungsmoor)	40,703	3,15	1,2821	38,6	29,3	**33,9**	41,6	39,8	3,01	2,28	**2,64**	3,25	3,10

Es geht zunächst aus den Zahlen der Tabelle hervor, dass ein Zusatz von Kalk auf kalkarmem Hochmoorboden die Nitrifikation des Bodenstickstoffs bedeutend steigert, auf kalkreichem Niederungsmoorboden dagegen eine viel geringere Steigerung der Nitrifikation durch Kalk eintritt. Die

stärkeren Kalkgaben haben in zwei Fällen eine starke Depression der Salpetersäurebildung verursacht (Hochmoorboden, gebrannt und nichtgebrannt), in einem Falle eine geringe Steigerung (Moostorf). Für die beiden Niederungsmoorböden liegt der Abfall in der Stärke der Nitrifikation bei der stärkeren Kalkung innerhalb der Fehlergrenzen. Der Kalkzusatz ist erheblich grösser als bei der Kalkung des Hochmoors bei der Kultivierung; er ist bei 5 *g* Kalk auf 50 *g* Moor etwa 5 mal so gross, als unter normalen Verhältnissen, bei 10 *g* Kalk ca. 10 mal so gross. Ob bei den an erster und zweiter Stelle aufgeführten Hochmoorböden der stärkere Kalkzusatz einen Verlust von Stickstoff vielleicht durch Freiwerden von Ammoniak aus den leichter zersetzlichen Stickstoffverbindungen hervorgerufen hat und ob diese schädliche Einwirkung jedoch bei dem stärker sauren Moostorf durch Bindung eines grösseren Teiles des zugesetzten Kalkes vereitelt worden ist, muss zunächst dahingestellt bleiben. Dass diese Annahme nicht völlig unvereinbar ist mit dem Ergebnis, dass auf den nicht humussauren Niederungsmoorböden die zugesetzte starke Ätzkalkmenge keine Depression der Nitrifikation hervorgerufen hat, wird weiter unten gezeigt werden.

Jedenfalls kann aus den vorstehenden Versuchen auf eine grössere Widerstandsfähigkeit des Stickstoffs im Hochmoorboden gegen die Nitrifizierung unter Bedingungen, die für dieselbe günstig sind, im Vergleich zu Niederungsmoorboden zunächst nicht geschlossen werden; im Gegenteil, von dem vorhandenen Stickstoff ist im Hochmoor ein grösserer prozentischer Anteil im Durchschnitt in Salpetersäure übergeführt worden, als im Niederungsmoor. Selbst die absoluten Mengen der im Hochmoorboden gebildeten Menge Salpetersäure kommen in einzelnen Fällen z. B. den Zahlen für das Dachauer Moor ziemlich nahe. Um jedoch zu ermitteln, ob diese für die Stickstoffernährung der Ackergewächse auf Hochmoorboden nicht unwichtigen Prozesse in gleicher Weise unter Versuchsbedingungen verlaufen, die den unter natürlichen Verhältnissen obwaltenden näher kommen, wurden bei den Versuchen im Jahre 1894 und 1895 4 gleichartig behandelte, normal gekalkte und gedüngte Gefässe No. V bis VIII vorgesehen, in der Absicht, während des Versuches, nachdem sich eine befriedigende Übereinstimmung in der Energie des Nitrifikationsprozesses für die 4 Gefässe herausgestellt hatte, in zwei derselben die Bedingungen für die Nitrifikation möglichst zu verbessern und den Einfluss dieser Massnahmen auf die Salpetersäurebildung zu verfolgen. Da in den beiden Perioden bis zum 10. September 1894 (s. Tabelle w. u.) sich eine verhältnismässig gute Übereinstimmung der Quantitäten der in den Sickerwässern vorhandenen Salpetersäure ergab, so standen der Ausführung des obigen Versuchsplanes keine Bedenken entgegen. Von der Voraussetzung ausgehend, dass es im nichtkultivierten Hochmoorboden an der genügenden Menge nitrifizierend wirkender Bakterien fehlen könne — eine Annahme, die durch die Ergebnisse der Salpetersäurebestimmungen in dem Sickerwasser aus den Gefässen I bis VIII bis zum 28. Juli 1894 bestärkt wurde, da in den gekalkten Gefässen keine stärkere Nitrifikation stattgefunden, wie in den nichtgekalkten,

obwohl in den erstgenannten die Bedingungen dafür sehr viel günstiger waren — sollte zunächst untersucht werden, ob durch Zufuhr von Nitrifikationsbakterien in den gekalkten und gedüngten Gefässen VII und VIII die Salpetersäurebildung im Vergleich zu den gleichgedüngten Gefässen V und VI merkbar sich steigerte. Versuche nach Vorschrift von WINOGRADSKY die nitrifizierenden Bakterien in genügender Menge rein zu kultivieren, um damit den Boden der Gefässe VII und VIII zu versetzen, lieferten kein befriedigendes Resultat. Es wurde daher der folgende Ausweg eingeschlagen.

Von starke Nitrifikation zeigender Komposterde wurde eine genügende Menge durch ein 1 *mm* Sieb getrieben, von dem Durchgesiebten nach sorgfältigster Durchmischung 4 mal 25 *g* lufttrocken abgewogen. 2 Portionen wurden im Luftbad 5 Stunden auf 120 bis 130 ° und weitere 10 Stunden auf 105 ° erhitzt und so sicher sterilisiert. Sodann wurde der Boden aus der Oberflächenschicht der Gefässe No. V und VI mit je einer Portion des sterilisierten Bodens, der der Gefässe No. VII und VIII mit je einer Portion des nichtsterilisierten Kompostes auf das gleichmässigste vermischt. In dem frischen und sterilisierten Kompost wurden Bestimmungen des Gesamtstickstoffs, des löslichen Stickstoffs und der Salpetersäure ausgeführt.

In 100 Teilen des *nichtsterilisierten Kompostes* und sterilisierten Kompostes waren vorhanden in vollkommen trocken gedachtem Zustand:

	Nicht sterilisiert	*Sterilisiert*
Gesamtstickstoff	0,799 Teile	0,787 Teile.
In Wasser löslicher Stickstoff	0,200 „	0,221 „
darin Salpetersäure-Stickstoff	0,155 „	0,153 „
entsprechend Salpetersäure	0,599 „	0,590 „

Eine ins Gewicht fallende Veränderung der Stickstoffverbindungen des Kompostes, soweit diese in dem prozentischen Gehalt an Gesamtstickstoff und löslichen Stickstoffverbindungen zum Ausdruck gelangt, hatte somit nicht stattgefunden.

In 25 *g* lufttrockner Komposterde mit 78,62 % Trockensubstanz sind demnach enthalten:

Nicht sterilisiert:

0,0305 *g* Salpetersäure-Stickstoff, entsprechend 0,1176 *g* Salpetersäure.

Sterilisiert:

0,0301 *g* Salpetersäure-Stickstoff, entsprechend 0,1161 *g* Salpetersäure.

Das merkwürdige, namentlich nach dem 10. September 1894 bei Gefäss No. V bis VIII in die Erscheinung tretende Ergebnis der Erhöhung der im Sickerwasser vorhandenen Mengen Salpetersäure, die allerdings nicht in der erwarteten Richtung erfolgte und zunächst dafür zu sprechen schien, dass für die Nitrifikationsprozesse im Hochmoorboden die gründliche Durchlüftung des Bodens in erster Linie von Bedeutung sei, gaben Veranlassung, im Jahre 1895 zu prüfen, ob durch intensives Lockern des Bodens in den Gefässen No. I, III, V, VII durch Herausnehmen und Wiedereinfüllen der

Oberflächenschicht eine ähnliche Erhöhung der Menge gebildeter Salpetersäure eintrat, als im vorhergehenden Jahre. Es wurden die betr. Gefässe in der Oberflächenschicht gelockert am 8. Juni 1895, so dass die Wirkung sich in den Sickerwässern der Periode 2, 3 und der folgenden der Versuchsreihe II 1895 hätte bemerkbar machen müssen. Die während des Winters ziemlich dicht gewordene Sanddecke der Gefässe No. X bis XIII wurde ebenfalls bis auf das Moor am 20. April 1895 gelockert.

Ein die Gleichmässigkeit der Kontrollgefässe störendes Missgeschick betraf die Versuchsreihe am Ende der Periode 1 im Jahre 1895. Wegen anderweitig drängender Arbeit konnten die Sammelgefässe für das Sickerwasser am 1. Juni nicht ausgewechselt werden. Um bei starkem Regen ein Überlaufen derselben zu vermeiden, wurden die sämtlichen Gefässe bis zum 4. Juni mit Blechdeckeln zugedeckt. In der kurzen Zeit hatten sich in einzelnen Gefässen unzählige Ameisen eingefunden, den Gefässinhalt nach allen Richtungen durchwühlt, vielfach in den mit Hochmoor gefüllten Gefässen von dem Moostorfuntergrund an die Oberfläche gebracht, auf den mit Sand bedeckten Niederungsmoorböden zum Teil Sand und Moor gemischt. Besonders beschädigt waren die Gefässe No. III, VI, XI und XIII, weniger das Gefäss No. V. Aus den Ergebnissen der Versuchsreihe II kann nicht geschlossen werden, dass durch diese Vorgänge, namentlich die damit verknüpfte Bodenlockerung, die chemischen Prozesse in den betr. Gefässen nach einer bestimmten Richtung wesentlich beeinflusst worden sind.

Bei Gefäss No. IX wurde eine Düngung mit Chilisalpeter vorgenommen, zunächst mit der Absicht, zu erfahren, ob in dem Moorboden vielleicht eine bemerkbare Reduktion der Salpetersäure eintrat, ferner um festzustellen, mit welcher Geschwindigkeit die in Form von Natronsalpeter der Ackerkrume zugeführte Salpetersäure aus derselben in den Untergrund gewaschen wird. Wenn keine Zersetzung des Nitrates im Moorboden eintrat — die Verhältnisse in demselben, die Gegenwart grosser Mengen organischer Substanz bei grossem Wasservorrat und bei unter Umständen mangelhafter Durchlüftung legten den Gedanken an eine solche besonders nahe —, so musste die im Sickerwasser des Gefässes No. IX vorhandene Salpetersäure die Menge derselben in dem der im übrigen gleichbehandelten Gefässe No. III und IV nach einer bestimmten Zeit um den Betrag der dem Gefäss No. IX in Form von Chilisalpeter zugeführten Salpetersäure übersteigen. Da die Bildung von Nitriten in der Regel derartige Reduktionsvorgänge anzeigt, so wurden die sämtlichen Sickerwässer stets auf das Vorhandensein von solchen geprüft; Nitrite konnten jedoch nur in wenigen Fällen in winzigen Spuren nachgewiesen werden (mittelst der Reaktion nach P. Griess durch Sulfanilsäure und Naphtylamin.)[1] Die Resultate der Versuche sind zunächst in den folgenden Zusammenstellungen aufgeführt:

[1]) Fresenius, Qualitative Analyse, 16. Auflage, Seite 317.

Tabelle 1.

Versuchsperiode I vom 8. Mai bis 31. Dezember 1894.

In der Zeit	Sickerwassermengen in *ccm* in Gefäss No.												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
1. vom 8. Mai bis 28. Juni	2 620	2 488	2 563	2 320	2 656	2 463	2 785	2 614	2 348	2 888	2 877	2 756	2 585
2. „ 28. Juni bis 10. September . . .	2 602	2 218	2 390	2 190	2 475	2 415	2 457	2 267	2 040	2 490	2 725	3 073	2 902
3. „ 10. September bis 27. Oktober .	1 817	1 675	1 847	1 765	1 720	1 728	1 840	1 822	1 638	2 608	2 130	1 847	1 527
4. „ 27. Oktober bis 31. Oktober . .	2 445	2 340	2 507	2 375	2 415	2 405	2 468	2 493	2 527	2 470	2 460	2 335	2 287
5. „ 31. Oktober bis 1. Dezember . .	2 128	2 054	2 110	2 142	2 000	2 073	2 115	2 187	2 054	2 084	2 008	2 075	1 952
6. „ 1. Dezember bis 31. Dezember .	3 215	3 104	3 449	3 255	3 205	3 262	3 235	3 345	3 275	3 200	3 161	3 085	2 089
Gesamtmenge . .	14 827	13 879	14 866	14 047	14 471	14 346	14 900	14 728	13 882	15 740	15 361	15 171	13 342
Die Sickerwassermenge entspricht in *mm* einer Niederschlagshöhe von	741,3	693,9	743,3	702,3	723,6	717,3	745,0	736,4	694,1	787,0	768,0	758,6	667,1

Die Niederschlagshöhe betrug nach den Messungen der meteorologischen Station I. Ordnung in Bremen vom 1. Mai bis 31. Dezember 1894 617,1 *mm.*[1])

[1]) Deutsches meteorolog. Jahrbuch für 1894, Ergebnisse der meteorolog. Beobachtungen in Bremen u. s. w. von Dr. P. Bergholz, Bremen, Jahrgang V.

Tabelle 2.

Versuchsreihe II vom 31. Dezember 1894 bis 31. Dezember 1895.

In der Zeit	Sickerwassermengen in ccm in Gefäss No.												
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII
1. vom 31. Dezember 1894 bis 4. Juni 1895	2 017	1 437	2 382	2 145	1 673	1 775	1 895	1 865	1 730	1 960	1 672	1 557	1 727
2. „ 4. Juni bis 30. Juli 1895 . .	2 025	2 020	2 265	2 977	2 260	2 830	2 542	2 777	3 070	2 000	2 232	1 820	2 045
3. „ 30. Juli bis 27. September 1895	1 820	1 850	2 055	2 260	1 880	1 940	1 940	2 187	2 320	2 245	2 325	1 880	2 010
4. „ 27. September bis 7. November 1895	2 225	1 977	2 765	2 557	1 647	2 085	2 065	2 250	2 805	1 820	2 333	1 888	1 500
5. vom 7. November bis 21. November 1895	2 012	1 967	2 165	2 010	2 005	2 055	2 167	2 200	2 180	2 237	2 277	2 105	1 960
6. „ 21. November bis 31. Dezember 1895	1 790	1 760	1 900	2 010	1 900	2 185	2 070	2 275	2 100	1 715	2 360	1 790	1 720
Gesamtmenge . .	11 889	11 011	13 532	13 959	11 365	12 870	12 679	13 554	14 205	11 977	13 199	11 040	10 962
Die Sickerwassermenge entspricht in *mm* einer Niederschlagshöhe von . . .	594,4	550,5	676,6	697,9	568,2	643,5	633,9	677,7	710,2	598,8	659,9	552,0	548,1

Die Niederschlagshöhe betrug in Bremen vom 1. Januar bis 31. Dezember 1895 699,8 *mm.*[1])

[1]) Deutsches meteorolog. Jahrbuch für 1895, Ergebnisse der meteorolog. Beobachtungen in Bremen u. s. w. von Dr. P. Bergholz, Bremen, Jahrgang VI.

Tabelle 3.

Menge der Salpetersäure in dem Sickerwasser.

a) Der Versuchsreihe I vom 8. Mai bis 31. Dezember 1894.

No. des Gefässes	Bodenart	Behandlung des Bodens	Salpetersäure in *g* in der Zeit vom 8. Mai bis 28. Juli	28. Juli bis 10. September	10. September bis 27. Oktober	27. Oktober bis 31. Oktober	31. Oktober bis 1. Dezember	1. Dezember bis 31. Dezember	8. Mai bis 31. Dezember
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	1.—6.
I	Hochmoor	ohne Düngung	0,296	0,328	0,154	0,143	0,068	0,045	1,034
II	Hochmoor	ohne Düngung	0,270	0,270	0,133	0,142	0,068	0,047	0,930
III	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	0,302	0,289	0,130	0,154	0,048	0,040	0,963
IV	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	0,261	0,266	0,154	0,155	0,079	0,053	0,968
V	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	0,242	0,309	0,197	0,490	0,682	0,620	2,540
VI	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	0,254	0,303	0,206	0,451	0,677	0,592	2,483
VII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	0,321	0,298	0,152	0,264	0,299	0,332	1,666
VIII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	0,282	0,262	0,176	0,350	0,473	0,530	2,073
IX	Hochmoor	mit Kalk, Kainit, Thomasmehl u. Chilisalpeter ged.	0,487	0,612	0,380	0,524	0,368	0,075	2,446
X	Niederungsmoor	ohne Düngung	1,245	0,856	0,707	0,516	0,304	0,191	3,819
XI	Niederungsmoor	ohne Düngung	1,226	0,965	0,530	0,514	0,273	0,242	3,750
XII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	1,075	1,096	0,614	0,559	0,189	0,126	3,659
XIII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	1,052	1,025	0,409	0,493	0,329	0,272	3,580

Tabelle 4.

b) Der Versuchsreihe II vom 31. Dezember 1894 bis 31. Dezember 1895.

No. des Gefässes	Bodenart	Behandlung des Bodens	Salpetersäure in *g* in der Zeit vom 31. Dezbr. 1894 bis 4. April 1895	4. April bis 30. Juli	30. Juli bis 27. September	27. September bis 7. Novbr., 7. Novbr. bis 21. Novbr. und 21. Novbr. bis 31. Dezbr. im Sickerwasser der Perioden	31. Dezbr. 1894 bis 31. Dezbr. 1895
			1.	2.	3.	4.–6.	1.—6.
I	Hochmoor	ohne Düngung	0,060	0,046	0,038	0,333	0,477
II	Hochmoor	ohne Düngung	0,022	0,043	0,032	0,126	0,223
III	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	0,073	0,024	0,030	0,048	0,175
IV	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	0,046	0,010	0,035	0,066	0,157
V	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	0,130	0,133	0,048	0,254	0,565
VI	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	0,169	0,072	0,031	0,099	0,371
VII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	0,092	0,085	0,034	0,137	0,348
VIII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	0,141	0,089	0,038	0,190	0,458
IX	Hochmoor	mit Kalk, Kainit, Thomasmehl u. Chilisalpeter ged.	0,086	0,053	0,018	0,089	0,246
X	Niederungsmoor	ohne Düngung	0,153	0,739	0,708	1,190	2,790
XI	Niederungsmoor	ohne Düngung	0,091	0,582	0,525	1,275	2,473
XII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	0,077	0,525	0,504	1,347	2,453
XIII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	0,083	0,437	0,595	1,430	2,545

Tabelle 5.

Gehalt des Sickerwassers an Salpetersäure, Ammoniak, Phosphorsäure, Kali, Eisenoxyd und Thonerde, Magnesia, Kalk in *g*.

a) Versuchsreihe I vom 8. Mai bis 31. Dezember 1894.

No. des Gefässes	Bodenart	Behandlung des Bodens	Gesamtmenge des Sickerwassers	N_2O_5	NH_3	P_2O_5	K_2O	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	MgO	CaO
I	Hochmoor	ohne Düngung	14 827	1,034	0,542	0,023	0,328	0,076	0,516	0,387
II	Hochmoor	ohne Düngung	13 879	0,930	0,404	0,019	0,307	0,071	0,502	0,431
III	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	14 866	0,963	0,482	0,009	0,304	0,065	0,476	0,421
IV	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	14 047	0,968	0,486	0,019	0,307	0,043	0,517	0,359
V	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	14 471	2,540	0,542	0,028	0,640	0,031	1,360	1,030
VI	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	14 346	2,483	0,518	0,031	0,605	0,222	1,282	0,874
VII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	14 900	1,666	0,582	0,028	0,557	0,151	1,101	0,766
VIII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	14 728	2,073	0,602	0,028	0,595	0,040	1,085	1,140
IX	Hochmoor	mit Kalk, Kainit, Thomasmehl u. Chilisalpeter ged.	13 882	2,446	0,599	Spuren	0,604	0,191	1,258	0,868
X	Niederungsmoor	ohne Düngung	15 740	3,819	0,103	Spuren	0,163	0,830	0,122	3,246
XI	Niederungsmoor	ohne Düngung	15 361	3,750	0,216	Spuren	0,168	0,645	0,134	3,032
XII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	15 171	3,659	0,093	Spuren	0,421	0,330	0,178	5,015
XIII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	13 342	3,580	0,037	Spuren	0,392	0,324	0,176	4,924

Tabelle 6.

b) Versuchsreihe II vom 31. Dezember 1894 bis 31. Dezember 1895.

No. des Gefässes	Bodenart	Behandlung des Bodens	Gesamtmenge des Sickerwassers	N_2O_5	NH_3	P_2O_5	K_2O	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	MgO	CaO
I	Hochmoor	ohne Düngung	11 889	0,477	0,124	Unbestimmbare Spuren	0,113	0,049	0,134	0,121
II	Hochmoor	ohne Düngung	11 011	0,223	0,093	Unbestimmbare Spuren	0,088	0,028	0,112	0,091
III	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	13 532	0,175	0,115	Unbestimmbare Spuren	0,169	0,041	0,129	0,154
IV	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	13 959	0,157	0,086	Unbestimmbare Spuren	0,134	0,016	0,135	0,127
V	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	11 365	0,565	0,062	Unbestimmbare Spuren	0,201	0,021	0,189	0,258
VI	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	12 870	0,371	0,070	Unbestimmbare Spuren	0,198	0,021	0,179	0,256
VII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	12 679	0,348	0,069	Unbestimmbare Spuren	0,239	0,025	0,172	0,230
VIII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit u. Thomasmehl gedüngt	13 554	0,458	0,074	Unbestimmbare Spuren	0,221	0,036	0,191	0,254
IX	Hochmoor	mit Kalk, Kainit, Thomasmehl u. Chilisalpeter ged.	14 205	0,246	0,040	Unbestimmbare Spuren	0,173	0,036	0,067	0,121
X	Niederungsmoor	ohne Düngung	11 977	2,790	0,033	Unbestimmbare Spuren	0,087	0,051	0,088	2,332
XI	Niederungsmoor	ohne Düngung	13 199	2,473	0,094	Unbestimmbare Spuren	0,139	0,045	0,123	2,262
XII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	11 040	2,453	0,016	Unbestimmbare Spuren	0,219	0,010	0,046	1,843
XIII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	10 962	2,545	0,031	Unbestimmbare Spuren	0,247	0,029	0,058	2,308

Tabelle 7.

Gehalt des Sickerwassers an Salpetersäure, Ammoniak, Phosphorsäure, Kali, Eisenoxyd und Thonerde, Magnesia, Kalk in *g* in Versuchsreihe I und II vom 8. Mai 1894 bis 31. Dezember 1895.

No. des Gefässes	Bodenart	Behandlung des Bodens	Gesamtmenge des Sickerwassers	N_2O_5	NH_3	P_2O_5	K_2O	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	MgO	CaO
I	Hochmoor	ohne Düngung	26 716	1,511	0,666	0,023	0,441	0,125	0,650	0,508
II	Hochmoor	ohne Düngung	24 890	1,153	0,497	0,019	0,395	0,099	0,614	0,522
III	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	28 398	1,138	0,597	0,009	0,473	0,106	0,605	0,575
IV	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	28 006	1,125	0,572	0,019	0,441	0,059	0,652	0,486
V	Hochmoor	mit Kalk, Kainit und Thomasmehl gedüngt	25 836	3,105	0,604	0,028	0,841	0,052	1,549	1,288
VI	Hochmoor	mit Kalk, Kainit und Thomasmehl gedüngt	27 216	2,854	0,588	0,031	0,803	0,243	1,461	1,130
VII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit und Thomasmehl gedüngt	27 579	2,014	0,651	0,028	0,796	0,176	1,273	0,996
VIII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit und Thomasmehl gedüngt	28 282	2,531	0,676	0,028	0,816	0,076	1,276	1,394
IX	Hochmoor	mit Kalk, Kainit, Thomasmehl u. Chilisalpeter ged.	28 087	2,692	0,639	—	0,777	0,227	1,325	0,989
X	Niederungsmoor	ohne Düngung	27 717	6,609	0,136	—	0,250	0,881	0,210	5,578
XI	Niederungsmoor	ohne Düngung	28 560	6,223	0,310	—	0,307	0,690	0,257	5,294
XII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	26 211	6,112	0,109	—	0,640	0,340	0,224	6,858
XIII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	24 304	6,125	0,068	—	0,639	0,353	0,234	7,232

Tabelle 8.

Umrechnung der in dem Sickerwasser der Versuchsperiode I, II und I + II vorhandenen Mengen Salpetersäure, Ammoniak, Phosphorsäure u. s. w. auf eine Fläche von 1 Hektar in *kg* (abgerundet).

a) Versuchsperiode I vom 8. Mai bis 31. Dezember 1894.

Nummer des Gefässes	Bodenart	Behandlung des Bodens	N_2O_5	NH_3	P_2O_5	K_2O	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	MgO	CaO
I	Hochmoor	ohne Düngung	207	108	5	66	15	103	77
II	Hochmoor	ohne Düngung	186	81	4	61	14	100	86
III	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	193	96	2	61	13	95	84
IV	Hochmoor	mit Kalk gedüngt	194	97	4	61	9	103	72
V	Hochmoor	mit Kalk, Kainit und Thomasmehl gedüngt	508	108	6	128	6	272	206
VI	Hochmoor	mit Kalk, Kainit und Thomasmehl gedüngt	497	104	6	121	44	256	175
VII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit und Thomasmehl gedüngt	333	116	6	111	30	220	153
VIII	Hochmoor	mit Kalk, Kainit und Thomasmehl gedüngt	415	120	6	119	8	217	228
IX	Hochmoor	mit Kalk, Kainit, Thomasmehl u. Chilisalpeter ged.	489	120	—	121	38	252	174
X	Niederungsmoor	ohne Düngung	764	21	Unbestimmbare Spuren	33	166	24	649
XI	Niederungsmoor	ohne Düngung	750	43	—	34	129	27	606
XII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	732	19	—	84	66	36	1003
XIII	Niederungsmoor	mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	716	7	—	79	65	35	985

b) Versuchsperiode II vom 31. Dezember 1894 bis 31. Dezember 1895.

No. des Gefässes	Bodenart	Behandlung des Bodens	N_2O_5	NH_3	P_2O_5	K_2O	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	MgO	CaO
I	Hochmoor	ohne Düngung	95	25	Unbestimmbare Spuren	23	10	27	24
II			45	19		18	6	22	18
III		mit Kalk gedüngt	35	23		34	8	26	31
IV			31	17		27	3	27	25
V		mit Kalk, Kainit und Thomasmehl gedüngt	113	12		40	4	38	52
VI			74	14		40	4	36	51
VII			70	14		48	5	34	46
VIII			92	15		44	7	38	51
IX		mit Kalk, Kainit, Thomasmehl und Chilisalpeter gedüngt	49	8		35	7	13	24
X	Niederungsmoor	ohne Düngung	558	7		17	10	18	466
XI			495	19		28	9	25	452
XII		mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	491	3		44	2	9	369
XIII			509	6		49	6	12	462

c) Versuchsperiode I u. II vom 8. Mai 1894 bis 31. Dezember 1895.

No. des Gefässes	Bodenart	Behandlung des Bodens	N_2O_5	NH_3	P_2O_5	K_2O	$Fe_2O_3 + Al_2O_3$	MgO	CaO
I	Hochmoor	ohne Düngung	302	133	5	88	25	130	102
II			231	99	4	79	20	123	104
III		mit Kalk gedüngt	228	119	2	95	21	121	115
IV			225	114	4	88	12	130	97
V		mit Kalk, Kainit und Thomasschlacke gedüngt	621	121	6	168	10	310	258
VI			571	118	6	161	49	292	226
VII			403	130	6	159	35	255	199
VIII			507	135	6	163	15	255	279
IX		mit Kalk, Kainit, Thomasschlake und Chilisalpeter gedüngt	538	128	—	155	45	265	198
	Niederungsmoor	ohne Düngung	1322	27	—	50	176	42	1116
XI			1245	62	—	61	138	51	1059
XII		mit Kainit und Thomasschlacke gedüngt	1222	22	—	128	68	45	1372
XI I			1225	14	—	128	71	47	1446

Tabelle 9.

Durchschnittlicher Gehalt des Sickerwassers an Salpetersäure, Ammoniak,

No. des Gefässes	Bodenart	Behandlung des Bodens	Salpetersäure Versuchsperiode I	II	I+II	Ammoniak Versuchsperiode I	II	I+II
$\frac{I+II}{2}$	Hochmoor	ohne Düngung	0,982	0,350	1,332	0,473	0,108	0,581
$\frac{III+IV}{2}$	Hochmoor	gedüngt mit Kalk, pro Gefäss 15 *g* CaO	0,965	0,166	1,131	0,484	0,100	0,584
$\frac{V+VI}{2}$	Hochmoor	gedüngt m. Kalk, Kainit u. Thomasmehl (0,879 *g* K_2O, 0,751 „ P_2O_5, 15,000 „ CaO)	2,511	0,468	2,979	0,530	0,066	0,596
$\frac{VII+VIII}{2}$	Hochmoor	gedüngt m. Kalk, Kainit u. Thomasmehl (0,879 *g* K_2O, 0,751 „ P_2O_5, 15,000 „ CaO)	1,869	0,403	2,272	0,592	0,071	0,663
IX	Hochmoor	gedüngt m. Kalk, Kainit, Thomasmehl und Chilisalpeter (15,000 *g* CaO, 0,751 „ P_2O_5, 0,879 „ K_2O, 1,235 „ N_2O_5)	2,446	0,246	2,692	0,599	0,040	0,639
$\frac{X+XI}{2}$	Niederungsmoor	ohne Düngung	3,784	2,631	6,416	0,159	0,063	0,222
$\frac{XII+XIII}{2}$	Niederungsmoor	ged. mit Kainit u. Thomasmehl (0,879 *g* K_2O, 0,751 „ P_2O_5)	3,619	2,499	6,118	0,065	0,023	0,088

Umrechnung der in dem Sickerwasser vorhandenen Mengen Salpetersäure, auf eine Fläche von

Bodenart	Behandlung des Bodens	Salpetersäure Versuchsperiode I	II	I+II	Stickstoff in Form von Salpetersäure Versuchsperiode I	II	I+II	Ammoniak Versuchsperiode I	II	I+II
Hochmoor	ohne Düngung	196	70	266	51	18	69	94	22	116
Hochmoor	gedüngt mit Kalk, 3000 *kg* pro *ha*	193	33	226	50	9	59	96	20	116
Hochmoor	gedüngt mit Kalk, Kainit, Thomasschlacke; pro *ha*: 3000 *kg* CaO, 176 „ K_2O, 150 „ P_2O_5	502	93	596	130	24	154	106	13	119
Hochmoor	gedüngt mit Kalk, Kainit, Thomasschlacke; pro *ha*: 3000 *kg* CaO, 176 „ K_2O, 150 „ P_2O_5	374	81	455	97	21	118	118	14	132
Hochmoor	gedüngt mit Kalk, Kainit, Thomasschlacke; pro *ha*: 3000 *kg* CaO, 176 „ K_2O, 150 „ P_2O_5, 247 „ N_2O_5	489	49	538	127	13	140	120	8	128
Niederungsmoor	ohne Düngung	757	526	1283	196	136	332	32	13	44
Niederungsmoor	gedüngt mit Kainit und Thomasmehl (176 *kg* K_2O, 150 „ P_2O_5)	724	500	1224	188	130	318	13	4	18

Tabelle 9.

Phosphorsäure, Kali, Eisenoxyd und Thonerde, Magnesia, Kalk in *g*.

Phosphorsäure			Kali			Eisenoxyd und Thonerde			Magnesia			Kalk		
Versuchsperiode			Versuchsperiode			Versuchsperiode			Versuchsperiode			Versuchsperiode		
I	II	I+II	I	II	I+II	I	II	I+II	I	II	I+II	I	II	I+II
0,021	—	0,021	0,317	0,100	0,417	0,073	0,038	0,111	0,509	0,123	0,632	0,409	0,106	0,515
0,014	—	0,014	0,305	0,151	0,456	0,054	0,028	0,082	0,496	0,132	0,628	0,390	0,140	0,530
0,029	—	0,029	0,622	0,199	0,821	0,126	0,021	0,147	1,321	0,184	1,505	0,952	0,257	1,209
0,028	—	0,028	0,576	0,230	0,806	0,096	0,030	0,126	1,093	0,181	1,274	0,953	0,242	1,195
—	—	—	0,604	0,173	0,777	0,191	0,036	0,227	1,258	0,067	1,325	0,868	0,121	0,989
—	—	—	0,165	0,113	0,278	0,737	0,048	0,785	0,128	0,105	0,233	3,139	2,297	5,436
—	—	—	0,406	0,233	0,639	0,327	0,019	0,346	0,177	0,052	0,229	4,969	2,075	7,044

Ammoniak, Phosphorsäure, Kali, Eisenoxyd und Thonerde, Magnesia, Kalk 1 *ha* in *kg* (abgerundet).

Stickstoff in Form von Ammoniak			Phosphorsäure			Kali			Eisenoxyd und Thonerde			Magnesia			Kalk		
Versuchsperiode			Versuchsperiode			Versuchsperiode			Versuchsperiode			Versuchsperiode			Versuchsperiode		
I	II	I+II	I	II	I+II	I	II	I+II	I	II	I+II	I	II	I+II	I	II	I+II
77	18	95	4	—	4	63	20	83	15	8	23	102	24	126	81	21	102
79	16	95	3	—	3	61	30	91	11	5	16	99	26	125	78	28	106
87	11	98	6	—	6	124	40	164	25	4	29	264	37	301	190	52	242
97	12	109	6	—	6	115	46	161	19	6	25	219	36	255	190	48	238
99	7	106	—	—	—	121	35	156	38	7	45	252	13	265	174	24	198
26	11	37	—	—	—	33	22	55	147	9	156	25	21	46	627	459	1086
11	3	14	—	—	—	81	46	127	66	4	70	36	10	46	994	415	1409

Die Ergebnisse der Versuche.

Die Sickerwassermengen (siehe Tabelle 1 und 2). Dieselben zeigen im allgemeinen bei derselben Bodenform, soweit nicht direkte Störungen der Versuche eintraten, eine befriedigende Übereinstimmung. Weder in den Sickerwassermengen der einzelnen Perioden noch in denen der ganzen Versuchszeit treten Unterschiede auf, aus denen auf eine Beeinflussung der wasserhaltenden Kraft des Bodens durch die Zufuhr von Kalk oder Kunstdünger (Kalisalz) geschlossen werden könnte. Die Menge des Sickerwassers entspricht im ersten Versuchsjahr einer grösseren Niederschlagsmenge, als der Versuchsort aufwies, im zweiten erreichte sie dieselbe im Durchschnitt nicht. Wie oben bereits bemerkt, war in dürrer Zeit es nötig, öfters die Gefässe mit geringen Mengen destillierten Wassers anzufeuchten, um ein Schrumpfen des Bodens zu verhüten, so dass mithin der Oberfläche grössere Wassermengen zugeführt wurden, als der Niederschlagshöhe entsprach. Beziehungen zwischen der Niederschlagshöhe und den Sickerwassermengen lassen sich aus diesem Grunde nicht ausfindig machen.

Mit Rücksicht auf den Versuchszweck wurde die Menge des zur Anfeuchtung benutzten Wassers auf das mindeste Mass eingeschränkt. Die wasserhaltende Kraft des aufgelockerten und dann wieder angedrückten Bodens erwies sich eine Zeit nach der Auflockerung etwas grösser, als die des nicht gelockerten, dichter gelagerten Bodens, was dadurch sich zeigte, dass aus den gelockerten Böden etwas später Sickerwasser abfloss. Die Unterschiede glichen sich jedoch bald wieder aus.

Die Mengen der im Sickerwasser vorhandenen Salpetersäure, Versuchsreihe I 1894 (Tabelle 3). In allen Versuchsgefässen hat eine ziemlich lebhafte Salpetersäurebildung stattgefunden. In der Periode 1 und 2 bis zum 28. Juli treten weder in den Hochmoor- noch Niederungsmoorböden zwischen den einzelnen Gefässen mit derselben Bodenart bemerkbare Unterschiede auf, abgesehen von Gefäss No. IX; auch die Wirkung der in der 3. Periode mit den Gefäsen No. VI, VII und VIII vorgenommenen Manipulationen (s. o.) tritt erst in der 4. Periode (27. Oktober bis 31. Oktober) und in den folgenden in Erscheinung. Der Grund hierfür liegt in folgendem: Der Moorboden in den Versuchsgefässen enthält ebenso wie im natürlichen Zustand eine verhältnismässig sehr grosse Menge Wasser. So waren in den Gefässen No. I bis IX zu Anfang des Versuches vorhanden ca. 5646 *ccm* Wasser. Nehmen wir an, dass in diesem Flüssigkeitsquantum die in die obere Bodenschicht gebrachten oder darin entstandenen löslichen Stoffe sich gleichmässig verteilen, und dass der Boden mit Wasser nahezu gesättigt ist, so wird beim Eindringen neuer Wassermengen bald Sickerwasser aus dem Untergrund abfliessen, jedoch bei der grossen Verdünnung der löslichen Stoffe werden erst ziemlich grosse Wassermengen der Bodenoberfläche zufliessen müssen, ehe ein namhafter Anteil der im Bodenwasser gelösten Stoffe in den Untergrund geführt ist. Im Mineralboden, dessen wasserhaltende Kraft viel kleiner ist, sind naturgemäss die Lösungen der Bodensalze viel konzentrierter. Bei Zufluss neuer Wassermengen durch

Niederschläge wird daher ein geringes Quantum von solchen nötig sein, um einen beträchtlichen Anteil der gelösten Stoffe in den Untergrund zu transportieren. Auf den oben geschilderten Verhältnissen wird zum Teil die ziemlich sichere Wirkung der nicht absorbierbaren, löslichen und schnell von den Pflanzen verbrauchten Pflanzennährstoffe, z. B. des Chilisalpeters, auf dem Hochmoorboden beruhen. Vielleicht spielt bei diesen Vorgängen auch die Quellungsfähigkeit des Moorbodens eine Rolle, durch die unter Umständen das Volumen der festen Substanz vergrössert, dementsprechend die Weite der Poren und Kanäle in der Moormasse verringert und dadurch der Abfluss des Wassers in tiefere Schichten verlangsamt wird. Findet andererseits keine gleichmässige Verteilung der der Mooroberfläche zugeführten löslichen Stoffe in der ganzen Moormasse der Versuchsgefässe statt, sondern eine gewisse Schichtung salzreicherer Wasserschichten in der gedüngten Oberfläche über salzärmeren in den tieferen Schichten, ein Zustand, der bei den verhältnismässig grossen Widerständen für die Bewegung des Wassers im Moorboden nicht ausgeschlossen sein dürfte, so ist ebenfalls ein relativ grosses Wasserquantum nötig und eine entsprechend grosse Menge des salzärmeren Wassers der Untergrundschichten abgeflossen, ehe das salzreichere Wasser der Oberflächenschicht in den Untergrund gelangt. In jedem Falle wird eine grössere Niederschlagsmenge, also ein längerer Zeitraum als auf mineralischem Boden nötig sein, ehe Änderungen in dem Gehalt der Oberflächenschicht an gelösten Substanzen in der Zusammensetzung der Sickerwässer zum Ausdruck gelangen. Gestützt wird diese Ansicht durch den Vergleich der durchschnittlichen Salpetersäuremengen in den Sickerwässern der Gefässe No. V bis VIII und IX in der Periede 1 und 2. Selbst wenn wir das Mehr an Salpetersäure bei Gefäss No. IX in dieser Zeit (8. Mai bis 28. Juli) vollständig auf das Konto des zugeführten Chilisalpeters setzen — wir werden hierauf später noch einzugehen haben — sind von der in demselben zugeführten Salpetersäuremenge von 0,7743 *g* innerhalb der ersten Periode (8. Mai bis 28. Juli) von ca. $2^1/_2$ Monat nur 0,212 *g* Salpetersäure, entsprechend ca. 27 %, innerhalb eines Zeitraumes von etwa $4^1/_2$ Monat (18. Mai bis 10. September) nur 0,531 *g*, also rund 70 % im Sickerwasser fortgeführt worden. Da das Kali nicht in den Sickerwasserportionen der einzelnen Perioden ermittelt worden ist, lässt sich nichts darüber aussagen, wie bald die Düngung mit Kalisalz in der Zusammensetzung der Sickerwässer sich bemerkber macht. Die Sickerwassermenge der Versuchsperioden 1 und 2 der Reihe I entspricht einer Niederschlagshöhe von 219,4 *mm*; die von der meteorologischen Station in Bremen für annähernd dieselbe Zeit, die Monate Mai bis Oktober notierte Niederschlagshöhe beträgt 293,1 *mm*. Die Wasserverhältnisse, unter denen der Versuch angestellt wurde, weichen mithin nicht sehr weit von den natürlichen ab. Nach den Versuchen von Fleischer[1]) kamen von den auf Moorboden (mit Sand an der Oberfläche bedeckt oder gemischt oder

[1]) M. Fleischer, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station S. 410.

nicht besandet) gefallenen Niederschlagsmengen im Durchschnitt dreier Jahre im Sickerwasser wiederum zum Vorschein 80,5 %, nach Bühler[1]) auf Humus-, Thon- und Kalkboden 71 % der Niederschlagsmenge. Rechnet man mit den unter ähnlichen Versuchsbedingungen gewonnenen Zahlen von Fleischer, so würde der Niederschlagshöhe von 293,1 *mm* eine Sickerwasserhöhe von 235,9 *mm* entsprechen, ein der wirklich beobachteten Sickerwassermenge, 219,4 *mm*, befriedigend entsprechender Wert.

Die Zufuhr von Kalk zum Hochmoorboden hat nicht, wie erwartet werden konnte, die Salpetersäurebildung gesteigert. Die Salpetersäuremengen in dem Sickerwasser der Gefässe No. I und II (nicht gekalkt) und No. III und IV (gekalkt) stimmen sowohl für die einzelnen Versuchsabschnitte, als auch für die ganze Versuchsreihe I nahezu vollkommen überein (0,982 *g* und 0,965 *g* Salpetersäure). Bei den auf Seite 358 wiedergegebenen Versuchen tritt dagegen eine sehr deutliche Steigerung der Nitrifikation durch Kalkzusatz hervor. Die zugefügte Menge des basischen Stoffes war dort allerdings vielmals grösser, ausserdem erhielt der Boden nitrifizierend wirkende Keime in Form von Erdboden zugemischt. Wahrscheinlich genügte das zugeführte Quantum Kalk nach den späteren Ermittelungen über den Säuregehalt des Hochmoorbodens (s. w. u.) nicht, die Humussäuren völlig zu neutralisieren, und nach vielfachen Beobachtungen sollen bekanntlich die Nitrifikationsbakterien gegen saure Reaktion des Bodens empfindlich sein. Ferner ist zu bemerken, dass die Proben zu dem Versuch auf Seite 358 vorher getrocknet worden waren, ein Prozess, durch den die Mengen löslichen und, wie wir annehmen dürfen, nitrifizierbaren Stickstoffs im Moorboden vermehrt werden. Es muss vorläufig dahingestellt bleiben, welches der Grund für das Ausbleiben einer energischeren Nitrifikation war. Auch durch die Zugabe von Kalisalzen und Phosphat in Gefäss No. V bis VIII ist in den Abschnitten 1 und 2 (8. Mai bis 10. September) die Nitrifikation nicht gesteigert worden, ebensowenig auf Niederungsmoorboden (Gefäss No. X—XIII).

Trug an dem Ausbleiben einer stärkeren Nitrifikation in den gekalkten Hochmoorböden der Mangel an Bakterien die Schuld, so war zu erwarten, dass durch sorgfältige Vermischung mit einer an solchen reichen Substanz (Kompost) eine lebhaftere Nitrifizierung verursacht würde. Die mit den Gefässen No. V—VIII angestellten und oben schon dargelegten Versuche sollten hierüber Aufschluss liefern. Das Resultat läuft jedoch allen Erwartungen zuwider. Zunächst ist hervorzuheben, dass die Gefässe No. V und VI, die sterilisierten Kompost erhielten, ebenso wie die Gefässe No. VII und VIII, denen nichtsterilisierter Kompost *im Anfang der Periode 3 zugeführt* wurde, bereits in dieser, sehr deutlich jedoch in den folgenden Perioden im Vergleich zu den Gefässen No. I—IV grössere Mengen Salpetersäure in ihrem Sickerwasser aufwiesen. Die Nitrifikation in den mit *keimfreiem* Kompost versetzten Böden ist jedoch sehr viel stärker, als in

[1]) A. Bühler, Mitteilungen d. schweiz. Central-Anst. für forstl. Versuchswesen IV, 1895, S. 203.

den mit nicht sterilisiertem Kompost. Im Durchschnitt sind bei Reihe I vorhanden im Sickerwasser der

Gefässe No. V und VI 2,511 *g* Salpetersäure,
„ „ VII „ VIII . . . 1,869 *g* „ .

In der den Gefässen No. V und VI zugeführten Kompostmenge waren enthalten 0,0305 *g* Salpetersäurestickstoff, entsprechend 0,1176 *g* Salpetersäure, in der den Gefässen No. VII und VIII zugesetzten 0,0301 *g* Salpetersäurestickstoff, entsprechend 0,1161 *g* Salpetersäure. Es wurden mithin in Gefäss No. V und VI im Durchschnitt an Salpetersäure im Sickerwasser mehr gefunden 0,640 *g*. Eine sichere Erklärung dieses Befundes ist bis jetzt nicht möglich und die Aufklärung desselben muss weiteren Versuchen vorbehalten bleiben; wir können nur folgendes anführen, das vermutlich zur Klarstellung beizutragen geeignet ist. Das Sterilisieren des Kompostes hat die Stickstoffverbindungen desselben allerdings nicht in der Art verändert, dass sie dadurch in Wasser löslicher geworden sind. Der Gehalt des nichtsterilisierten und sterilisierten Kompostes an wasserlöslichem Stickstoff und an Salpetersäurestickstoff stimmt fast absolut überein. Nach den Untersuchungen von P. Dehérain und E. Demoussy[1]) muss man jedoch annehmen, dass das Erhitzen des Bodens, ohne dass dadurch die Menge des löslichen Stickstoffs vermehrt wird, die organischen Stickstoffverbindungen für die Nitrifikation zugänglicher macht. Der Unterschied in der Energie der Nitrifikation in den mit sterilisiertem und nichtsterilisiertem Kompost beschickten Gefässen würde dann so zu erklären sein, dass die nitrifizierenden Keime an sich schon im Boden vor Zusatz des Kompostes vorhanden waren, dass der sterilisierte Kompost jedoch in höherem Grade nitrifikationsfähig war, als der nichtsterilisierte.

In dem organischen Stickstoff des Kompostes ist den Gefässen No. V bis VIII eine wahrscheinlich in höherem Grade nitrifikationsfähige Stickstoffverbindung zugeführt worden, als der Hochmoorstickstoff ist. Jedoch selbst wenn wir annehmen, dass die gesamte Menge des in dem sterilisierten Kompost vorhandenen *Nicht*-Salpetersäurestickstoffs in Salpertersäure übergegangen wäre, so würde, da 25 *g* lufttrockner Kompost enthalten haben 19,655 *g* Trockensubstanz mit 0,1246 *g* Stickstoff, der nicht in Form von Salpetersäure vorhanden war, aus diesem günstigstenfalls 0,4806 *g* Salpetersäure entstanden sein können. In den mit sterilisiertem Kompost vermischten Gefässen wurden jedoch mehr gebildet 0,640 *g* Salpetersäure. Es bleibt mithin noch ein Plus von 0,1594 *g* Salpetersäure. Es müssen mithin noch besondere Ursachen die Nitrifizierung in den mit Kompost versehenen Gefässen begünstigt haben. Eine Vermehrung der nitrifizierenden Keime ist durch Zufuhr des sterilisierten Kompostes nicht eingetreten, hierauf kann mithin die Differenz nicht zurückgeführt werden. Es ist nicht ausgeschlossen, dass die Bodenlockerung gelegentlich der Zumischung des Kompostes in den Gefässen No. V bis VI und die dadurch bewirkte Erleichte-

[1]) Comp. rend. 123, 278—282; ref. Chem. Centralblatt 1896, Bd. II, Seite 678.

rung des Luftzutritts die Nitrifikation des Stickstoffs des Moores gesteigert hat. Es muss dieses dann auch in den Gefässen No. VII und VIII eingetreten sein. In welchem Grade an den grösseren Salpetersäuremengen im Sickerwasser der Gefässe No. VII und VIII nach Periode 3 der Reihe I die löslichen und unlöslichen Stickstoffverbindungen des Kompostes, die Steigerung der Nitrifikation durch Bodenlockerung oder Zufuhr von Nitrifikationsorganismen Anteil haben oder ob sich neben nitrifizierenden auch denitrifizierende Prozesse abgespielt haben, ist nicht zu entscheiden. Diese Beobachtungen aufzuklären, wird die Aufgabe besonderer Versuchsreihen sein müssen. Auf eine Veränderung der Stärke der Nitrifikation durch Zusatz von Kalisalzen und Phosphaten neben Kalk zum Hochmoorboden lässt sich aus den Zahlen der Perioden 1 bis 2 nichts schliessen, da für die Gefässe No. III bis VIII die Summen der in den Perioden 1 und 2 gefundenen Salpetersäuremengen ziemlich übereinstimmen. Die Ammoniakmengen in den Sickerwässern der Gefässe No. III bis VIII weichen ebenfalls wenig voneinander ab. Sehr merkwürdig ist es, dass bei dem mit Chilisalpeter gedüngten Gefäss No. IX gleichfalls im Vergleich zu dem Durchschnitt der Gefässe No. III und IV eine Steigerung der Nitrifikation eingetreten ist. Es wurden in Reihe I im Sickerwasser des Gefässes No. IX ermittelt:

2,446 *g* Salpetersäure,

Zugeführt waren in Form von Salpeter 0,774 „ „

mithin, wenn wir annehmen, dass sämtliche zugeführte Salpetersäure in Reihe I in das Sickerwasser gelangt ist, wurden im Moorboden des Gefässes No. IX gebildet 1,672 *g* Salpetersäure, in Gefäss No. III und IV im Durchschnitt in derselben Zeit 0,965 *g* Salpetersäure, mithin in dem Gefäss No. IX mehr 0,707 *g* Salpetersäure.

Es muss zunächst dahingestellt bleiben, worauf diese Erscheinung zurückzuführen ist. Es wird auch dieser Befund wie eine Reihe anderer durch die vorliegende Untersuchung berührter Fragen weitere Versuche über das Verhalten der Stickstoffverbindungen des Moorbodens nötig machen, da die Wichtigkeit derselben auch für die praktische Moorkultur eine sehr grosse ist.

Die Nitrifikation des Stickstoffs im Niederungsmoor ist absolut genommen sehr viel stärker als im Hochmoor. Es sei beiläufig bemerkt, dass die Böden in frischem Zustande, also bald nach der Entnahme auf dem Felde zu dem Versuche vorbereitet und verwendet wurden, und dass sie irgendwie grössere Mengen von Salpetersäure noch nicht enthielten. Bei längerem Lagern an der Luft können sich namentlich in Niederungsmoorböden recht erhebliche Quantitäten von Salpetersäure durch Nitrifizierung des Bodenstickstoffs bilden. In dem ohne Düngung gebliebenen, mit Sand bedeckten Niederungsmoorboden wurde unter denselben Verhältnissen und in derselben Zeit ungefähr $3^1/_2$mal so viel Salpetersäure gebildet, als in dem nichtgedüngten Hochmoorboden; durch die Düngung mit Kali und Phosphorsäure (Kainit und Thomasmehl) in normaler Stärke ist die Energie der Nitrifikation im Niederungsmoorboden ebenfalls nicht verändert worden.

Anders stellt sich das Verhältnis zwischen Hochmoor und Niederungsmoor, wenn wir berechnen, ein wie grosser Teil des überhaupt in den Versuchsgefässen vorhandenen Stickstoffs zunächst während der Versuchsperiode I in Salpetersäure übergegangen ist.

Insgesamt enthielten die Gefässe No. I bis IX im Boden 26,91 *g* Stickstoff.
„ „ „ „ „ X „ XIII „ „ 55,27 „ „

Im Durchschnitt waren im Sickerwasser der Gefässe No. I und II vorhanden:

0,982 *g* Salpetersäure mit 0,255 *g* Stickstoff.

Im Durchschnitt waren im Sickerwasser der Gefässe No. X und XI vorhanden:

3,784 *g* Salpetersäure mit 0,981 *g* Stickstoff.

Mithin waren von dem Gesamtstickstoff des Bodens im Sickerwasser in Form von Salpetersäure fortgeführt:

Nichtgedüngtes Hochmoor, Gefäss No. I und II im Mittel 0,95 %.
„ Niederungsmoor, „ „ X „ XI „ „ 1,78 „

Relativ ist hiernach die Energie der Nitrifikation im nichtgedüngten besandeten Niederungsmoor nur etwa 1,9 mal so stark gewesen, als im nichtgedüngten unbesandeten Hochmoorboden, soweit sie im Salpetersäuregehalt der Sickerwässer in die Erscheinung tritt. Bei den auf Seite 358 wiedergegebenen Versuchen wurden in den Gefässen ohne jeglichen Zusatz in Salpetersäure übergeführt:

vom Stickstoff im Hochmoorboden im Durchschnitt 1,13 %.
„ „ „ Niederungsmoorboden „ „ 3,42 „

also im letztgenannten ca. 3 mal so viel als im Hochmoorboden. Durch die Sanddecke werden offenbar auf Niederungsboden diese Vorgänge in noch näher festzustellender Weise beeinflusst.

Versuchsreihe II 1895. Wesentlich anders als in der Versuchsreihe I stellen sich die Zahlen für den Salpetersäuregehalt der Sickerwässer in der Versuchsreihe II vom Jahre 1895. In der Periode 1 sind die Salpetersäuremengen für die einzelnen Kontrollgefässe viel weniger gleichmässig, als in der früheren Zeit. Am Ende der Periode 1 wurde die Gleichmässigkeit weiter durch das Eindringen von Ameisen in einzelne Gefässe (s. S. 361 gestört. Zu Beginn der Versuchsperiode 2 erfolgte eine Lockerung der Oberflächenschicht in den Gefässen No. I, III, V und VII. Ein dadurch etwa verursachter günstiger Einfluss auf die Nitrifikation hätte sich allenfalls in Periode 2, sicher in den folgenden bemerkbar machen müssen. Ein solcher ist jedoch nicht sicher zu konstatieren. In Periode 2 differieren die Salpetersäuremengen für die einzelnen Kontrollgefässe ziemlich stark, in Periode 3 sind die Schwankungen geringer, in den Perioden 4 bis 6, für die die Sickerwassermengen wegen ihres geringen Gehaltes an Salpetersäure auch zu deren Bestimmung vereinigt wurden, treten dagegen wiederum grössere Unterschiede auf, jedoch nicht in der erwarteten Richtung, denn die Gefässe No. I und V mit in der Oberfläche gelockertem Boden lieferten im Sickerwasser mehr Salpetersäure, als die gleichartigen Gefässe No. II

und VI mit nichtgelockertem Boden, dagegen verhält es sich bei den Gefässen No. III und IV, VII und VIII umgekehrt. Die Sickerwassermengen für die ganze Versuchsreihe II weichen bei den Kontrollgefässen nicht so sehr voneinander ab (s. Seite 363), in der Gesamtmenge der Salpetersäure für die Gefässe No. I bis VIII der Versuchsreihe II treten jedoch ziemlich grosse Differenzen bei den gleichgedüngten Gefässen hervor. Die Übereinstimmung der Gefässe No. X bis XIII ist in der Hinsicht eine grössere. In dem Sickerwasser aus Gefäss No. IX, das mit Chilisalpeter gedüngt war, tritt der Einfluss desselben nicht mehr auf, die ganze Menge der in der Düngung zugeführten Salpetersäure ist offenbar in der ersten Versuchsreihe bereits im Sickerwasser fortgeführt worden.

Bemerkenswert ist, dass in allen Gefässen sowohl bei Hochmoor als Niederungsmoor die in der Versuchsreihe II im Sickerwasser vorhandenen Mengen Salpetersäure durchgehends viel kleiner sind, als in Versuchsreihe I, wenn der Abfall bei Niederungsmoorboden auch bei weitem nicht so gross ist, als bei dem Hochmoorboden.

Nach Abzug des in Versuchsreihe I in das Sickerwasser als Salpetersäure übergegangenen Stickstoffs enthalten in Versuchsreihe II:

Gefäss No. I und II durchschnittlich 26,91 — 0,255 = 26,655 *g* Stickstoff.
„ „ X „ XI „ 55,27 — 0,981 = 54,289 „ „

Im Durchschnitt waren im Sickerwasser von Gefäss No. I und II vorhanden:

in Versuchsreihe II 0,350 *g* Salpetersäure mit 0,091 *g* Stickstoff,

im Sickerwasser von Gefäss No. X und XI:

in Versuchsreihe II 2,631 *g* Salpetersäure mit 0,682 *g* Stickstoff.

Mithin waren während der Versuchsreihe II von dem Gesamt-Stickstoff in Form von Salpetersäure im Sickerwasser vorhanden:

in Gefäss No. I und II im Durchschnitt 0,34 %.
„ „ „ X „ XI „ „ 1,25 „

Die wahrscheinlichen Ursachen dieses Rückganges sollen weiter unten bei Besprechung der im Sickerwasser vorhandenen Ammoniakmengen erörtert werden.

Die Zufuhr von Kalk hat auch bei der zweiten Versuchsreihe keine Verstärkung der Nitrifikation veranlasst, im Gegenteil sind die Zahlen für die Gesamtmenge der Salpetersäure in Gefäss No. III und IV durchschnittlich viel geringer, als in Gefäss No. I und II. Bei den ausser mit Kalk mit Kainit und Phosphat gedüngten Gefässen No. V bis VIII ist der durchschnittliche Gehalt an Salpetersäure höher, als bei Gefässen No. I bis IV, wenn auch der Unterschied nicht entfernt so gross ist, als in Versuchsreihe I.

Die Salpetersäuremengen für die Kontroll-Gefässe mit Niederungsmoorboden zeigen eine befriedigende Übereinstimmung, eine deutliche Wirkung der Düngung auf die Nitrifikation tritt jedoch hier ebensowenig wie in Versuchsreihe I hervor.

Die Mengen des im Sickerwasser vorhandenen Ammoniaks. Versuchsreihe I. Die Ammoniakmenge ist im Sickerwasser aus Hochmoorboden

in allen Gefässen viel grösser, als bei den Gefässen mit Niederungsmoor. Von diesen zeigt Gefäss No. XI einen höheren Gehalt an Ammoniak im Sickerwasser, als die übrigen, eine Erscheinung, die sich auch in der Versuchsreihe II wiederholt und für die eine Ursache nicht ermittelt werden konnte. Infolgedessen stellt sich auch der durchschnittliche Gehalt des Sickerwassers an Ammoniak für Gefäss No. X und XI in beiden Versuchsreihen höher, als für Gefäss No. XII und XIII. Gefäss No. X weicht für sich viel weniger in der Richtung von Gefäss No. XII und XIII ab.

Ob das Auftreten der grösseren Ammoniakmengen bei den Gefässen mit Hochmoorboden auf eine stärkere Ammoniakbildung in diesem oder auf eine weniger energische Nitrifikation des Ammoniaks zurückzuführen ist, bleibt zunächst noch unentschieden. Für die letztgenannte Auffassung scheint das Verhältnis zu sprechen, in dem die in Form von Ammoniak und Salpetersäure vorhandenen Stickstoffmengen im Sickerwasser aus Hochmoorboden stehen. In der I. Versuchsreihe sind die Mengen Ammoniak-Stickstoff bedeutend grösser, als die von Salpetersäure-Stickstoff bei den nicht- oder nur mit Kalk gedüngten Gefässen, bei den gedüngten, gelockerten und mit sterilisiertem Kompost versetzten Gefässen ist die Menge Salpetersäure-Stickstoff grösser, als die des Ammoniak-Stickstoffs, bei den gleichbehandelten, mit nichtsterilisiertem Kompost versetzten sind sie einander nahezu gleich. Das mit Salpeter versehene Gefäss No. IX enthält grössere Stickstoffmengen in Form von Salpetersäure, als in der von Ammoniak. Bei den Gefässen mit Niederungsmoorböden übertrifft die als Salpetersäure vorhandene Stickstoffmenge die als Ammoniak gefundene um ein vielfaches.

In der Versuchsreihe II ist das Verhältnis zwischen Salpetersäure- und Ammoniak-Stickstoff wiederum verschoben, aber auch die Menge des Ammoniak-Stickstoffs in den Sickerwässern aus Hochmoor im Verhältnis zu dem Salpetersäure-Stickstoff viel grösser, als bei Niederungsmoor.

Für die Anschauung, dass der Hochmoor-Stickstoff dem Übergang in Ammoniak-Stickstoff keinen grösseren Widerstand entgegensetzt, als der Niederungsmoor-Stickstoff, scheint das Ergebnis einer zunächst zu einem anderen Zweck angestellten Versuchsreihe zu sprechen, das für die Entscheidung dieser Frage ein gewisses Interesse hat und deshalb hier kurz wiedergegeben werden soll. Wenn die Neigung der Stickstoffverbindungen der verschiedenartigen Moorböden unter Bildung von Ammoniak sich zu zersetzen verschieden gross ist, so liegt die Annahme nahe, dass bei Behandlung verschiedener Moore mit Säuren oder Alkalien unter genau denselben Bedingungen verschieden grosse Mengen von stickstoffhaltigen Verbindungen abgespalten werden, die den Stickstoff in Form von Ammoniak oder in Form einer leicht in Ammoniak überzuführenden Verbindung enthalten.

Eine Versuchsreihe, bei der 2 *g* Moorsubstanz verschiedenster Art und Herkunft mit 30 % Natronlauge behandelt und das entstandene Ammoniak abdestilliert wurde, ergab jedoch das auffallende Resultat, dass aus sämtlichen Bodenproben sehr nahe übereinstimmende Anteile des Gesamtstickstoffs als Ammoniak abgeschieden wurden. In der folgenden Zu-

sammenstellung sind die Fundstätten der untersuchten Böden, ihr auf Trockensubstanz berechneter Gehalt an Stickstoff und Kalk aufgeführt, sowie die Mengen von Stickstoff in Prozenten des Gesamtstickstoffs, die nach dem geschilderten Verfahren als Ammoniak abgeschieden wurden.

Tabelle 10.

No. des Bodens	Herkunft	100 Teile trocknen Moores enthalten		Von 100 Teilen des Gesamt-Stickstoffs gingen über in Ammoniak
		Stickstoff	Kalk	
1	Bielewo (Posen), Torfstreu	1,45	2,89	23,1
2	Russek (Reg.-Bez. Danzig)	2,89	4,69	24,3
3	Krappitz	1,96	1,78	23,4
4	Mirchau (Königl. Oberförsterei Reg.-Bez. Danzig)	1,53	0,18	25,5
5	Ebd.	1,55	0,27	28,7
6	Ebd.	1,69	0,22	23,6
7	Ebd.	1,74	0,49	26,6
8	Bietowo	0,21	0,64	25,4
9	Chinow (Pommern)	1,36	0,38	22,5
10	Chosnitz	1,77	1,94	24,3
11	Ebd.	1,28	0,39	22,9
12	Sebastiansberg (Böhmen)	0,76	0,12	27,5
13	Wietzendorf (Hannover)	0,24	0,15	22,7
14	Ebd.	1,81	2,83	22,1
15	Lyck (Ost-Preussen)	3,19	3,33	24,1
16	Mariensee (Hannover)	0,68	0,13	21,9
17	Rosenhof (Ober-Österreich)	1,91	0,16	21,5
18	Ludwigshof (Pommern)	2,97	2,68	20,7
19	Stubnitz	3,00	4,81	22,2
20	Rosenhof (Ober-Österreich)	1,12	0,87	20,1
21	Sunicewo (Posen)	1,21	15,78	28,1
22	Biechewo	3,03	11,31	26,1
23	Nemonien	1,13	0,22	27,9
24	Cunrau	2,82	—	26,4
25	Hellweger Moor, gebranntes Land	1,17	—	22,3
26	Desgl., nichtgebranntes Land	1,59	—	23,9
27	Pfungenried	2,88	—	24,2
28	Moostorf (unbekannter nordwestd. Herkunft)	0,69	—	21,9
29	Wilhelmsthal (Königl. Oberförsterei)	3,25	—	20,1
30	Lorenz (Königl. Oberförsterei)	2,63	—	21,9
31	Dachauer Moor (Bayern)	3,44	—	26,1
32	Kielau (Königl. Oberförsterei)	2,98	—	24,4

Diese interessante Beobachtung, die nicht für eine sehr verschiedene chemische Beschaffenheit der Stickstoffverbindungen des Moorbodens spricht, verdient jedenfalls weiter verfolgt zu werden.

Eine geringe Vermehrung der Ammoniakmenge im Sickerwasser tritt in den mit Hochmoorboden gefüllten und gedüngten Gefässen in Reihe I

auf, im Vergleich zu den nichtgedüngten in Reihe II dagegen eine Verminderung, so dass die während der ganzen Versuchszeit in das Sickerwasser aus Hochmoorboden übergegangenen Mengen Ammoniak für die verschiedenen Gefässe nicht weit voneinander abweichen. Zu berücksichtigen ist ferner, dass in dem den Gefässen No. V bis VIII in Versuchsreihe I zugesetzten Kompost etwas Ammoniak vorhanden war, dessen Menge nicht ermittelt worden ist. In der Versuchsreihe II ist auch die Menge des Ammoniaks im Vergleich zu Versuchsreihe I bei allen Gefässen stark vermindert, auch bei Niederungsmoorböden.

Halten wir dieses Resultat zusammen mit dem für die Salpetersäure gefundenen (Seite 376), so drängt sich der Gedanke auf, dass im Hochmoor wie Niederungsmoor ein Teil der vorhandenen Stickstoffverbindungen leichter, ein Teil dagegen schwerer zersetzlich sein muss, da die Bedingungen für den Zerfall und den Übergang derselben in Salpetersäure und Ammoniak, soweit wir dieselben überhaupt übersehen, in der Versuchsreihe II nicht ungünstiger gewesen sein können, als in der Versuchsreihe I, zumal ein bemerkbarer Einfluss der Kalkzufuhr auf diese Vorgänge in keiner der beiden Reihen festzustellen gewesen ist. Wenn durch allmähliche dichtere Lagerung des Bodens ungünstigere Bedingungen für dessen Durchlüftung und für die Nitrifikation eingetreten wären, hätte die Bodenlockerung einen günstigen Einfluss ausüben müssen, was nicht der Fall war, während, wenn überhaupt die Menge leicht zersetzbarer Stickstoffverbindungen im Hochmoorboden bereits in der Versuchsreihe I zersetzt worden ist, die Bodenlockerung in der Reihe II keinen entsprechenden Effekt mehr ausüben konnte. Es würde also das Ausbleiben desselben in Reihe II nicht gegen die oben gemachte Annahme sprechen, dass in Reihe I das Lockern des Bodens die Nitrifikation in den Gefässen No. V bis VIII günstig beeinflusst hat. Die Differenz zwischen Versuchsreihe I und Versuchsreihe II in der Stärke der Nitrifikation ist allerdings bei Niederungsmoorböden sehr viel kleiner, als beim Hochmoorboden. Die in Versuchsreihe II im Sickerwasser der nichtgekalkten und nichtgedüngten Böden gefundenen Mengen Salpetersäure und Ammoniak verhalten sich zu den in Versuchsreihe I gefundenen wie folgt:

	Salpetersäure Versuchsreihe II : I	Ammoniak II : I
Hochmoorboden	1 : 2,8	1 : 4,4
Niederungsmoorboden . .	1 : 1,4	1 : 2,5.

Im frischen, nicht genutzten Hochmoorboden scheint hiernach ein gewisser, jedoch nicht allzu grosser Teil der vorhandenen Stickstoffverbindungen leichter zersetzlich. Sobald dieser der Zersetzung anheimgefallen, zeigt sich der grosse Rest der Stickstoffverbindungen widerstandsfähiger gegen zersetzende Einflüsse. Auch im nichtkultivierten Niederungsmoor ist die Zersetzung der Stickstoffverbindungen, namentlich die Nitrifikation in der ersten Zeit energischer als in der Folge, aber die Abschwächung derselben mit der Zeit nicht entfernt so stark, als im Hochmoor. Wir müssen an-

nehmen, dass die Stickstoffverbindungen des Niederungsmoores zu einem weit grösseren Teil zu den leichter zersetzlichen Formen gehören, wenngleich es auch hier nicht ausgeschlossen ist, dass nach längerer Zeit eine stetige Abnahme der Zersetzungsfähigkeit der verbleibenden Reste der Stickstoffverbindungen sich bemerkbar machen wird. Auf jeden Fall haben, wie aus dem Verhältnis von Ammoniakstickstoff zu Salpetersäurestickstoff hervorgeht, im Hochmoorboden ungünstigere Bedingungen für die Nitrifikation geherrscht, als im Niederungsmoor. Um diese Fragen mit Sicherheit zu entscheiden, wird es nötig sein, Versuche obiger Art eine längere Reihe von Jahren durchzuführen. Die oben besprochene Erscheinung, dass die Stickstoffverbindungen der verschiedensten Moorbildungen sich gegen Kalilauge sehr gleichmässig verhalten und nahezu gleiche Mengen von Ammoniak abspalten, und der daraus gezogene Schluss, dass die chemischen Unterschiede zwischen den Stickstoffverbindungen der verschiedenen Moorböden wahrscheinlich nicht so gross seien, wie man aus ihrem anderweitigen Verhalten anzunehmen geneigt ist, steht allerdings zu den vorstehenden Folgerungen in einem gewissen Gegensatz. Wenn nahezu $^1/_4$ des Stickstoffs aus 32 denkbar verschiedenen Moorböden gleichmässig bei Destillation mit Kalilauge in Ammoniak übergeht und infolgedessen als wahrscheinlich angenommen wird, dass diese Gleichmässigkeit auf der gleichartigen chemischen Konstitution der betreffenden Stickstoffkörper besteht, so ist es sehr merkwürdig, wenn in der Zersetzungsfähigkeit, besonders der Nitrifikationsfähigkeit dieser Stickstoffkörper zwischen Hoch- und Niederungsmoor Unterschiede hervortreten, nachdem erst ein winziger Teil des Gesamtstickstoffs in Ammoniak beziehungsweise Salpetersäure übergegangen ist. Man darf andererseits allerdings auch nicht übersehen, dass die Behandlung des Moores mit 30 % Natronlauge in der Wärme eine sehr energische Einwirkung auf die stickstoffhaltige Substanz des Moores darstellt, durch die feinere Unterschiede zwischen der Zersetzbarkeit der verschiedenen Stickstoffverbindungen vermischt werden können, die bei Anwendung verdünnterer Reagenzien aufgetreten wären. Umfangreichere Untersuchungen verschiedener Moorböden nach der Richtung sind eingeleitet, jedoch noch nicht genügend fortgeschritten.

Besonders deutlich tritt der Unterschied in der Zersetzung der stickstoffhaltigen Körper in den Zahlen hervor, die die auf 1 *ha* Bodenfläche umgerechneten Mengen von Ammoniak und Salpetersäure im Sickerwasser angeben (Tabelle 8 u. 9). Für die Praxis der Moorkultur ist die Lösung dieser Fragen von allergrösster Bedeutung, namentlich auch die Entscheidung, ob die Zersetzungs- und Nitrifikationsfähigkeit der Stickstoffverbindungen verschiedener Moore derselben Moorgattung verschieden ist und in Beziehung zu dem Zersetzungszustand und der Zusammensetzung des betreffenden Moorbodens, sowie dem chemischen Verhalten der stickstoffhaltigen Körper gegen bestimmte Reagenzien steht. Gelegentlich gemachte Beobachtungen lassen die Auffindung derartiger Beziehungen als wahrscheinlich erscheinen.

Bei vorstehenden Besprechungen sind die Stickstoffmengen nicht berücksichtigt, die in dem in die Gefässe gelangenden Regenwasser enthalten sind. Legen wir für diese Berechnung die Zahlen zu Grunde, die von LEVY angegeben worden sind,[1]) und die mit Rücksicht darauf, dass die Versuche innerhalb der Stadt angestellt wurden, nicht zu hoch sein werden, so erhalten wir für die beiden Versuchsreihen folgende Mengen an Stickstoff in dem auf jedes Gefäss gelangten Regenwasser:

1894. Versuchsreihe I:

30,6 *l* mit 56,8 *mg* Stickstoff als Ammoniak,
21,1 „ „ „ Salpetersäure.

1895. Versuchsreihe II:

34,3 *l* mit 64,4 *mg* Stickstoff als Ammoniak,
24,4 „ „ „ Salpetersäure.

Für eine Fläche von 1 *ha* Grösse macht das aus:

1894. Versuchsreihe I:

11,36 *kg* Stickstoff als Ammoniak . . = 13,79 *kg* Ammoniak,
4,22 „ „ „ Salpetersäure . = 16,28 „ Salpetersäure.

1895. Versuchsreihe II:

12,88 *kg* Stickstoff als Ammoniak . . = 14,62 *kg* Ammoniak,
4,88 „ „ „ Salpetersäure . = 18,82 „ Salpetersäure.

Zieht man diese Zahlen in Rücksicht, so stellt sich noch eine sehr viel stärkere Schwächung der lösliche Stickstoffverbindungen liefernden Prozesse im Hochmoorboden in der 2. Versuchsperiode heraus. Bei den Gefässen No. V bis IX ist die im Sickerwasser erscheinende Ammoniakmenge geringer, als die nach obiger Berechnung im Regenwasser zugeführte, ebenso bei den Gefässen mit Niederungsmoorboden. Wenn nun vielleicht auch das Ammoniak zum Teil nitrifiziert worden ist und als Salpetersäure im Sickerwasser sich findet, auf alle Fälle sind die in Lösung gegangenen Stickstoffmengen im Hochmoorboden beträchtlich ermässigt. Es wird das besonders deutlich, wenn wir die im Sickerwasser auftretenden Stickstoffmengen ohne Rücksicht auf die Form, in der sie darin vorkommen, berechnen und die nach obiger Berechnung in dem Regenwasser zugeführten Stickstoffmengen abziehen. Pro Hektar Bodenfläche gingen in das Sickerwasser über (siehe Tabelle S. 368):[2])

[1]) LEVY, Forschungen auf dem Gebiete der Agrikulturphysik 1894, S. 217, ref. Centralblatt für Agrikulturchemie 1894, S. 150.

[2]) Die Zahlen sind auf ganze *kg* abgerundet.

		kg	*Reihe I* nach Abzug des Stickstoffs im Regenwasser kg	kg	*Reihe II* nach Abzug des Stickstoff im Regenwasser kg
Hochmoor	Ohne Düngung	128	112	36	19
	Mit Kalk gedüngt	129	113	25	8
	Mit Kalk, Kainit und Thomasmehl ged.	217	201	35	18
	„ „ „ „ „ „	194	178	34	17
	Mit Kalk, Kainit, Thomasmehl und Chilisalpeter gedüngt	226	210	19	2
Niederungsmoor	Ohne Düngung	223	207	147	130
	Mit Kainit und Thomasmehl gedüngt	198	182	123	106.

Die Phosphorsäure- und Eisenmengen im Sickerwasser. Das Quantum an Phosphorsäure im Sickerwasser ist im Laufe der ganzen Versuchszeit ausserordentlich gering. Im Sickerwasser aus Hochmoorboden wurden nur in der ersten Zeit geringe Mengen ermittelt, später waren selbst bei Einengung grösserer Sickerwassermengen nur Spuren von Phosphorsäure nachweisbar, die nicht näher bestimmt wurden. Die Phosphorsäure in Form von Thomasschlacke ist somit sowohl im Hochmoorboden als im Niederungsmoorboden mit grosser Energie festgehalten worden. Wenn bei fortgesetzter Zufuhr von Phosphorsäure in Düngemitteln und grösserer Dauer der Versuche die Mengen an Phosphorsäure, die in den Untergrund gelangen, auch grösser sein werden als bei den vorliegenden Versuchen, so werden doch die hierdurch verursachten Verluste an solcher sehr viel geringer sein, als die an anderen Pflanzennährstoffen. Es stimmt dieses Ergebnis überein mit den Erfahrungen der Feldversuche auf Moorboden, nach denen Phosphorsäuredüngung auf Moorboden eine sehr nachhaltige Wirkung zeigten. In einem gewissen Widerspruch steht die Beobachtung des nahezu völligen Mangels an Phosphorsäure im Sickerwasser mit der Erscheinung, dass der Moorboden, namentlich der Hochmoorboden, unter Umständen ein starkes Aufschliessungsvermögen für unlösliche Phosphate und besonders Thomasschlacke besitzt, so dass dadurch wasser- oder bodenlösliche Verbindungen der Phosphorsäure entstehen, die der Gefahr des Versinkens in den Untergrund ausgesetzt sind. Nach den vorliegenden Versuchen ist das Absorptionsvermögen des nichtgekalkten Hochmoorbodens für wasserlösliche Phosphorsäureverbindungen gering. Bei Digestion eines Gemisches von Hochmoorboden mit Thomasmehl gehen ferner namhafte Mengen von Phosphorsäure in Lösung, selbst nach Zusatz von Kalk zum Moorboden in einer Stärke, die der Kalkdüngung auf freiem Felde entspricht (s. darüber weiter unten). Es darf allerdings nicht ausser acht gelassen werden, dass bei der Behandlung von Moorboden mit einem grossen Überschuss von Wasser, wie es bei derartigen Aufschliessungsversuchen im Laboratorium geschieht, die Bedingungen für das Gelöstwerden der Phosphorsäure

günstiger sind, als in den Gefässen in den vorliegenden Versuchen oder im freien Felde. Die nachträglich ausgeführten Untersuchungen über die Veränderungen in der Zusammensetzung der Oberflächenschicht und der tieferen Schichten der Hochmooräcker unter dem Einfluss von Kultur und Düngung [1]) haben nun gezeigt, dass mit der Zeit eine ziemlich starke Vermehrung des Phosphorsäuregehaltes der tieferen Untergrundschichten stattfindet, die vorwiegend auf eine Zufuhr der Phosphorsäure in Lösung zurückgeführt werden muss, da der saure Moostorfuntergrund bei der gewöhnlich üblichen Art der Moorbeackerung nicht gelockert wird. Allenfalls kann dadurch, dass bei der Bearbeitung der Ackerkrume von dem derselben zugeführten Phosphat mechanisch etwas auf den nichtentsäuerten Moostorfuntergrund gelangt und dort in Lösung gebracht wird, die Anreicherung desselben mit Phosphorsäure etwas beschleunigt werden.

Die Ergebnisse der in den beiden letzten Jahren angestellten Versuche über die Wirkung und Nachwirkung verschiedener Phosphate, über die nach Abschluss derselben eingehend berichtet werden wird, dürften den zwischen den vorstehenden Beobachtungen bestehenden Widerspruch aufklären. Diese führen zu dem Schluss, dass die durch Einwirkung der Säuren des Moorbodens aus Phosphaten löslich gewordene Phosphorsäure nach einer gewissen Zeit in dem Moorboden wieder in eine nicht wasser- bezw. bodenlösliche Verbindung übergeht, die in der Form auch den Pflanzenwurzeln unzugänglich ist. Offenbar ist etwas ähnliches bei den Versuchen über die Zusammensetzung des Sickerwassers aus Moorboden eingetreten und damit das nahezu völlige Fehlen der Phosphorsäure im Sickerwasser zu erklären. Wenn durch alljährlich wiederholte Düngung ähnlich wie beim Feldversuch die Oberflächenschicht stärker mit Phosphorsäure angereichert worden wäre, würden voraussichtlich auch, entsprechend der Anreicherung des Untergrundes mit Phosphorsäure bei den Feldversuchen, im Sickerwasser grössere Mengen von Phosphorsäure aufgetreten sein.

Im Niederungsmoorboden ist das Verhalten der Phosphorsäure das gleiche, auch hier treten in dem Sickerwasser nur winzige Mengen derselben auf. Ob dieselben grösser geworden wären, wenn die Düngung mit Thomasmehl in gleicher Stärke im 2. Jahr wiederholt worden wäre, muss zunächst dahingestellt bleiben. Versuche darüber, ob im Niederungsmoorboden ähnliche Vorgänge mit der Phosphorsäure vor sich gehen, wie im Hochmoorboden, konnten bis jetzt nicht ausgeführt werden, sind jedoch für die nächste Zeit beabsichtigt. Auffallend ist die Erscheinung, dass die Menge der in das Sickerwasser übergehenden Eisenverbindungen — um solche handelt es sich vornehmlich bei den Zahlen für Eisenoxyd und Thonerde — in den mit Kainit und Thomasmehl gedüngten Gefässen mit Niederungsmoorboden (XII und XIII) im 1. Jahr sehr viel kleiner ist, als in den nicht gedüngten. Leider ist versäumt worden, die Sickerwässer auf Eisenoxydul zu prüfen, ebenso fehlt eine Bestimmung des Gehaltes der ver-

[1]) Minssen und Schliebs, siehe diese Zeitschrift weiter unten.

wendeten Thomasschlacke an Eisen. Die im 1. Versuchsjahre in dem nichtgedüngten Niederungsmoorboden in das Sickerwasser übergegangenen Eisenmengen sind verhältnismässig bedeutend, in den gedüngten Gefässen für dieselbe Versuchszeit nicht einmal halb so gross. Es liegt nahe, an einen Zusammenhang dieser Erscheinung mit der Düngung mit Phosphorsäure zu denken. Vielleicht tritt die im Moorboden in lösliche Form übergegangene Phosphorsäure des Thomasmehles mit den Eisenverbindungen des Moorbodens in Reaktion und erniedrigt dadurch die Löslichkeit derselben unter Bildung von Eisenphosphat, das in dem nichtsauren Niederungsmoor wenig löslich ist. An eine Lösung irgend wie erheblicher Mengen von Eisen aus der Sanddecke ist wohl nicht zu denken. Im Moorboden scheint Eisen in löslichen metallorganischen Verbindungen vorzukommen, worauf schon EGGERTZ und NILSON hingewiesen haben.[1]) Wässerige und namentlich ammoniakalische Extrakte enthalten bemerkbare Mengen von Eisen, das als solches sich mit den bekannten Reagenzien nicht ohne weiteres nachweisen lässt, sondern erst in der Asche oder nach der Behandlung mit Salpetersäure, und auch in den Sickerwässern dürfte ein nicht unerheblicher Teil des Eisens in organischen Verbindungen vorhanden sein.

Merkwürdig ist weiterhin die Erscheinung, dass in allen Gefässen die Löslichkeit des Eisens im zweiten Jahre erheblich abgenommen hat, besonders stark in den mit Niederungsmoor gefüllten, deren Sickerwasser keine grösseren Mengen im 2. Jahre davon enthält, als das aus Hochmoorboden. Wir werden auf diese in ähnlicher Weise auch bei den anderen Stoffen zu beobachtende Erscheinung noch zurückkommen.

Die Magnesiamengen im Sickerwasser. Die Magnesia im nichtgedüngten Hochmoorboden hat sich als sehr viel löslicher gezeigt, als im nichtgedüngten Niederungsmoor. Eine Veränderung der Löslichkeit durch Kalkzusatz ist auf dem Hochmoor nicht bemerkbar. Die Vermehrung der Magnesia in den Sickerwässern der gedüngten Gefässe ist z. T. wohl auf den Gehalt des Kainits an löslichen Magnesiasalzen zurückzuführen. Die Menge derselben im Kainit ist nicht ermittelt worden.

Das Mehr an Magnesia im Sickerwasser der mit Kainit gedüngten Gefässe mit Hochmoor beträgt im Vergleich zu den nicht mit Kainit gedüngten im Durchschnitt für beide Versuchsjahre 0,738 *g*. Da nur 6,7 *g* Kainit pro Gefäss verwendet worden sind, müsste demnach ein an Magnesia reicher Kainit benutzt und innerhalb der Versuchszeit die ganze im Kainit zugeführte Magnesia in das Sickerwasser gelangt sein, um das Plus an Magnesia in den mit Kainit gedüngten Gefässen aufzuwiegen; namentlich die letzte Annahme ist durchaus unwahrscheinlich. Die verwendete Thomasschlacke kann möglicherweise ebenfalls geringe Mengen Magnesia enthalten haben. Immerhin bleibt es sehr wahrscheinlich, dass durch die Kalidüngung als solche die Löslichkeit der Magnesia im Hochmoorboden wie die des Kalks (siehe unten) gesteigert worden ist. Im Niederungsmoorboden, sowohl

[1]) EGGERTZ und NILSON, Ref. Centralblatt für Agrikulturchemie 18, S. 75 und 664.

in dem nichtgedüngten wie gedüngten, wird die Magnesia der Moorsubstanz und auch die des zugeführten Kainits viel fester gehalten, als im Hochmoorboden, während es beim Kalk sich umgekehrt verhält. Im zweiten Versuchsjahr sind die Unterschiede im Gehalt der Sickerwässer der verschiedenen Gefässe mit Hoch- und Niederungsmoor an Magnesia nahezu ausgeglichen und in allen Fällen zurückgegangen, besonders stark im Sickerwasser der Hochmoorböden.

Die Kali- und Kalkmengen im Sickerwasser. Von dem im *nichtgedüngten Hochmoorboden* vorhandenen Kalk und Kali [5,553 *g* Kalk (CaO), 1,899 *g* Kali (K_2O)] wird im *1. Jahr* durch das Sickerwasser fortgeführt:

Kali	Kalk
16,7 %	7,36 %,

aus dem nichtgedüngten Niederungsmoorboden [99,574 *g* Kalk (CaO), 1,142 *g* Kali (K_2O)]:

Kali	Kalk
14,5 %	3,2 %;

von dem verbleibenden Rest gingen im *2. Jahr* in das Sickerwasser über im *nichtgedüngten Hochmoorboden:*

Kali	Kalk
6,3 %	2,0 %,

im nichtgedüngten Niederungsmoor:

Kali	Kalk
11,6 %	2,4 %.

Bei den Zahlen für das Niederungsmoor ist auf den Kaligehalt der Sanddecke, die allein 4,375 *g* in Salzsäure lösliches Kali enthielt und etwa 4mal so viel als das Niederungsmoor, keine Rücksicht genommen worden. Von dem in der Sanddecke zugeführten Kali waren in 100 *g* trocknen Bodens in wasserlöslicher Form vorhanden 0,0017 *g*, in der gesamten Menge (5469 *g*) mithin 0,0937 *g* wasserlösliches Kali. Hiervon wird wahrscheinlich ein beträchtlicher Anteil bereits im ersten Versuchsjahre in das Sickerwasser hineingelangt sein, so dass die 14,5 % des im Sickerwasser aus Niederungsmoor im ersten Jahre gefundenen Kalis nur zum Teil dem Moorboden entstammen. Unter dieser Voraussetzung erscheint das Bodenkali des Niederungsmoorbodens etwas schwerer löslich als das des Hochmoors. Die verhältnismässig starke Löslichkeit des Kalis im Hochmoorboden ist durch die an der Moor-Versuchs-Station ausgeführten Versuche von Wiklund[1]) dargethan worden. Im 2. Jahre geht die Löslichkeit des Kalis im Hochmoorboden sehr stark zurück, weniger die im Niederungsmoor.

Die Beobachtung, dass das Kali anfangs im Hochmoorboden stärker löslich ist, als im Niederungsmoor, stimmt mit den Ergebnissen von Vegetationsversuchen überein, bei denen ebenfalls zunächst ein grösserer Prozentsatz des Kalis im Hochmoorboden für die Pflanzen verwertbar war, als im Niederungsmoor.[2]) Auch die Erscheinung, dass die im Boden verbleibenden

[1]) 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station Seite 587.

[2]) Br. Tacke, Arbeiten der Deutschen Landw.-Gesellschaft Heft 20.

Reste an Kali schwerer löslich sind, stimmt mit den Resultaten der Untersuchung von Wiklund überein. Bei aufeinander folgenden Extraktionen mit kohlensäurehaltigem Wasser nahm die Löslichkeit des Kalis ständig ab. der in Wasser schwer lösliche Rest war nahezu vollkommen löslich in 4 %iger Salzsäure. Von dem in der Düngung zugeführten Kali erscheinen in allen Gefässen im Laufe des ersten Jahres erhebliche Mengen in dem Sickerwasser wieder. Eine Erhöhung der Löslichkeit des Bodenkalis durch die Kalkung in normaler Stärke ist im ersten Versuchsjahre nicht bemerkbar, im zweiten scheint eine solche, wenn auch von geringem Betrag, aufzutreten. Betrachten wir bei den Gefässen mit Hochmoorböden die durchschnittliche Differenz zwischen dem Kaligehalt der Sickerwässer aus Gefässen No. V bis IX und III und IV als die Menge Kali, die dem zur Düngung verwendeten Kainit entstammt, so gingen im ersten Versuchsjahre in das Sickerwasser über 0,601 minus 0,305 = 0,296 *g* Kali, d. i. 33,7 % der zugeführten Menge. Bei Niederungsmoor verschwanden aus den Gefässen von dem zugeführten Kali durchschnittlich unter derselben Annahme wie oben 0,406 minus 0,165 = 0,241 *g* Kali, d. i. 27,4 % der in der Düngung zugeführten Kalimenge. Im zweiten Versuchsjahre, in dem die Kalidüngung nicht wiederholt wurde, ist bei Hochmoorboden in den im 1. Jahre mit Kali gedüngten Gefässen nur eine wenig grössere Menge im Durchschnitt in das Sickerwasser übergegangen, als in dem nicht mit Kali gedüngten, nämlich nur 0,201 minus 0,151 = 0,050 *g*, entsprechend 0,9 % des von der Kalidüngung nach dem 1. Versuchsjahre verbleibenden Restes von 0,583 *g* Kali; im Niederungsmoorboden ging im 2. Jahre an Kali in den im 1. Jahre damit gedüngten Gefässen mehr in Lösung, als in den nicht mit Kali gedüngten Gefässen: 0,233 minus 0,113 = 0,120 *g*, entsprechend 1,9 % des nach dem 1. Jahre von der Kalidüngung verbleibenden Kalirestes.

Nach diesen Ergebnissen verschwindet somit ein erheblicher Prozentsatz an Kali innerhalb des ersten Jahres aus dem Bereich der Wurzeln sowohl auf Hochmoor- wie Niederungsmoorboden; auffallend ist dem gegenüber die Thatsache, dass von dem im Boden verbleibenden grossen Rest im folgenden Jahr ein verhältnismässig sehr kleiner Anteil durch das Bodenwasser fortgeführt wird. Die im ersten Jahr aus dem mit Kali gedüngten Hochmoorboden ausgewaschene Kalimenge ist grösser als beim Niederungsmoor, im zweiten Jahre kehrt sich das Verhältnis für die in beiden Moorböden allerdings kleinen Kaliverluste um. Es hat den Anschein, als wenn von dem in der Düngung zugeführten Kali ein Teil stärker gebunden und dadurch schwerer löslich wird. Es ist aus den Versuchsergebnissen nicht zu ersehen, inwieweit diese Vorgänge von der Zeitdauer der Einwirkung der Kalisalze auf den Boden, die jedenfalls dabei eine Rolle spielt, abhängig sind. Besonderes Interesse wird es bieten, diese Frage durch noch länger fortgesetzte Versuche unter möglichster Anlehnung an die natürlichen Verhältnisse zu entscheiden, da sie von ungeheurer praktischer Tragweite für die Düngung des Moorbodens ist. Dass eine Absorption des Kalis durch den Moorboden mit ziemlicher Stärke stattfindet, ist durch ältere Unter-

suchungen bewiesen.[1]) Nach den Ergebnissen der vorstehenden Versuche würde das vom Moorboden aus den Kalisalzen absorbierte Kali verhältnismässig fest in demselben gebunden.

Auch beim *Kalk* bemerken wir sowohl bei Hochmoor- wie Niederungsmoorboden in den nichtgedüngten Gefässen einen starken Rückgang in der Löslichkeit im 2. Versuchsjahr, der allerdings beim Niederungsmoor nicht so gross ist als beim Hochmoorboden.

Im ersten Jahre gingen aus dem letztgenannten von dem natürlichen Vorrat an Kalk (Gefäss No. I und II) von 5,553 *g* in Lösung 7,4 %, im 2. Jahre von dem verbleibenden Rest von 5,144 *g* nur 2,1 % in das Sickerwasser über.

Im nichtgedüngten Niederungsmoorboden gingen in das Sickerwasser über (abgesehen von dem Kalk der Sanddecke) im ersten Jahr von 99,574 *g* Kalk 3,2 %, im zweiten Jahr von dem Rest von 96,435 *g* Kalk 2,4 %. Es tritt also hier wieder dieselbe Erscheinung auf, die wir beim Stickstoff, dem Ammoniak, dem Eisen, dem Kali, der Magnesia konstatiert haben, dass im nichtkultivierten und nichtgedüngten Moorboden mit der Zeit ein erheblicher Rückschlag in der Löslichkeit der genannten Stoffe eintritt, dass dieser bei Hochmoorboden nicht absolut, aber relativ viel grösser ist, als bei dem Niederungsmoorboden. Die Formen, in denen die genannten Stoffe im Boden, Hochmoor wie Niederungsmoor, vorhanden sind, sind offenbar in verschiedenem Grade löslich, der leicht lösliche Teil verfällt schnell dem Ausgewaschenwerden und wird im Sickerwasser fortgeführt, nur der sehr viel grössere weniger lösliche oder weniger leicht löslich werdende Teil setzt der Überführung in das Sickerwasser einen verhältnismässig grossen Widerstand entgegen. Durch die Kalkung an sich werden im Hochmoor die Kalkmengen im Sickerwasser nicht vermehrt, der Kalk wird offenbar von den vorhandenen Humussäuren vollständig gebunden (s. w. u.).

Durch die Düngung wird die Löslichkeit des Kalkes im Hochmoor- wie Niederungsmoorboden stark erhöht. Die Ursachen hierfür sind offenbar die Kalisalze, der Kainit. Der dadurch hervorgebrachte Verlust an Kalk beträgt bei Hochmoor (ohne Rücksicht auf Gefäss No. IX) 0,953 — 0,390 = 0,563 *g*, bei Niederungsmoor 4,969 — 3,139 = 1,830 *g*; derselbe ist also für Niederungsmoor bei derselben Kainitdüngung im Jahre der Düngung mehr als dreimal so gross als bei Hochmoor. Im 2. Jahr beträgt der Mehrverlust an Kalk in den gedüngten Gefässen bei Hochmoor im Durchschnitt 0,249 — 0,140 = 0,109 *g*; bei Niederungsmoor ist sogar der Verlust in den mit Kali gedüngten Gefässen etwas geringer als in den ohne Kali gebliebenen. Die Absorption des Kalis im 1. Versuchsjahr wird den starken Verlust an Kalk verursacht haben, im 2. Jahre, in dem die Düngung nicht wiederholt wurde, fällt die Ursache für eine stärkere Entkalkung des Bodens in den betreffenden Gefässen fort. Allerdings geht auch in den nicht mit Kalisalzen gedüngten Böden die Löslichkeit des Kalkes im

[1]) A. König, Über das Absorptionsvermögen humoser Medien, Landw. Jahrbücher 1882, 11, S. 1.

2. Versuchsjahr beträchtlich zurück, jedoch nicht entfernt in dem Grade, wie in den im 1. Versuchsjahr gedüngten Gefässen. Nehmen wir an, dass das im 1. Versuchsjahr nicht im Sickerwasser erschienene Kali der Düngung im Boden absorbiert sei, so sind für 0,583 *g* absorbiertes Kali im Hochmoorboden durchschnittlich in Lösung gegangen 0,562 *g* Kalk, also annähernd nur die Hälfte der äquivalenten Menge, bei Niederungsmoorboden dagegen für 0,638 *g* absorbiertes Kali 1,830 *g* Kalk, also erheblich mehr als die äquivalente Menge. Gesetzmässige Beziehungen lassen sich somit zunächst nicht auffinden. Von besonderem Interesse wird es nun sein, zu prüfen, ob bei Wiederholung der Düngungen im 2. und den folgenden Jahren die Entkalkung des Moorbodens wiederum in ähnlicher Weise wie im 1. Jahre gesteigert wird, oder ob sich auch hier die Reste der Kalkverbindungen im Moorboden schwerer zersetztlich erweisen. Nicht eher, bevor diese Frage entschieden ist, wird man ein sicheres Urteil darüber gewinnen, inwieweit die Düngung mit Kalisalzen entkalkend auf den Moorboden wirkt. Die Kalkquantitäten, die auch im nichtgedüngten Niederungsmoorboden durch die Sickerwässer fortgeführt werden, sind recht beträchtlich, und es ist wahrscheinlich, dass die Löslichkeit des Kalkes mit der Zeit immer geringer wird. Andernfalls müsste der Unterschied zwischen dem Kalkgehalt der Oberflächenschichten und der tieferen Schichten der Niederungsmoore sehr viel grösser sein, als er in der Regel gefunden wird. Würde die Entkalkung der Oberflächenschicht eines Niederungsmoores auch ohne Begünstigung derselben durch Zufuhr von Kalisalzen in der Stärke anhalten, wie sie im 2. Versuchsjahr in Gefäss No. X und XI festgestellt worden ist, so genügt bei einem Verlust von ca. 450 *kg* pro Jahr und *ha* ein Zeitraum von nicht 70 Jahren, um z. B. im Cunrauer Moor die Oberflächenschicht vollkommen ihres Kalkes zu berauben und auf dem Hochmoorboden, bei dessen geringem Kalkgehalt, trotz der absolut sehr viel geringeren Verluste, eine Frist von ungefähr der halben Dauer. Es lässt sich allerdings durch die gewählte Versuchsanordnung nicht entscheiden, wie gross die Verminderung der Verluste unter natürlichen Verhältnissen dadurch ist, dass das in tiefere Schichten bis zum Grundwasser gelangende, mit löslichen Substanzen beladene Sickerwasser der Beeinflussung durch den Boden *nicht* entzogen wird, sondern möglicherweise durch osmotischen Austausch mit dem Bodenwasser und kapillare Hebung in trockner Zeit wiederum eine Anreicherung auch der oberen Bodenlagen mit den gelösten Salzen, einen Rücktransport zur Oberfläche derselben verursacht. Wertvolle Beiträge zu dieser Frage wird ein auf dem neuen Versuchsfeld der Moor-Versuchs-Station bei Hude eingeleiteter Versuch liefern, bei dem auf drainierten Hochmoorflächen die Menge und Zusammensetzung des aus dem System abfliessenden Wassers bestimmt werden wird. Ergänzt werden müssen diese Untersuchungen durch ähnliche Versuche, wie sie im vorstehenden beschrieben worden sind. Es wird nur unerlässlich sein, diese Versuche unter denkbar grosser Anlehnung an die natürlichen Bodenverhältnisse auszuführen und eine längere Reihe von Jahren fortzu-

setzen, da voraussichtlich um so grössere Änderungen in der Zusammensetzung der Sickerwässer auftreten, je grösser die Dauer der Versuche ist. Für die Erklärung der beobachteten Erscheinungen wird es ferner unumgänglich nötig sein, sogenannte Absorptionsversuche mit Moorsubstanz und den verschiedensten Salzen in erweitertem Umfange anzustellen und dabei auch die Umsetzungen im Boden zu verfolgen, soweit sie in der Veränderung der die Salze enthaltenden Flüssigkeiten zum Ausdruck gelangen.

Die vor längerer Zeit an der Moor-Versuchs-Station ausgeführten Versuche von W. Hess[1]) über die Einwirkung gewisser als Meliorations- und Düngemittel verwendeter Stoffe auf die Zersetzungsprozesse im Hochmoorboden führten in einigen Punkten zu anderen Ergebnissen als die, welche aus vorstehenden Beobachtungen über die Zusammensetzung der Drainwasser aus Hochmoorboden gefolgert worden sind. Es ist jedoch hierbei zu berücksichtigen, dass die Versuchsanordnung bei den Versuchen von Hess und den vorstehend beschriebenen sehr von einander verschieden ist. Die grösste Abweichung liegt darin, dass bei den Versuchen von Hess relativ sehr grosse Mengen von Kalk und von Düngersalzen auf die Moorsubstanz einwirkten, während bei den vorstehenden Versuchen die Quantitäten der zugeführten Meliorationsmittel den Verhältnissen in der Praxis möglichst genähert wurden. Ausserdem wurde bei den Hessschen Versuchen nicht das ablaufende Sickerwasser fortwährend gesammelt, sondern am Ende des Versuches der Inhalt der Gefässe mit grösseren Mengen Wasser extrahiert und die Zusammensetzung der Extrakte ermittelt. Ferner wurde zu den Versuchen die Moorsubstanz in lufttrocknem Zustand verwendet. Die nachträglich gemachten Erfahrungen lehren, dass dadurch die Löslichkeitsverhältnisse einzelner Stoffe, wie sie im frischen natürlichen Moorboden bestehen, verändert werden. Infolge der grösseren Menge zugesetzter Substanzen mussten, von allem anderen abgesehen, bei den älteren Versuchen die Wirkungen dieser Zusätze, wenn solche überhaupt hervortraten, sich im allgemeinen stärker äussern, als bei den jüngeren Untersuchungen, was im allgemeinen auch der Fall ist. Ferner ist die Füllung der Gefässe bei den Versuchen von Hess eine einheitliche gewesen, während bei den neueren Versuchen mit Hochmoorboden die Füllung nicht gleichmässig war, sondern unter Nachahmung der natürlichen Bodenverhältnisse unter der mit den Meliorationsmitteln versehenen Oberflächenschicht aus besser zersetztem sog. Heidehumus der völlig unzersetzte, nicht gedüngte Moostorfuntergrund lagerte, der ebenfalls die Zusammensetzung der aus der Oberflächenschicht herabfliessenden Sickerwässer beeinflusst hat. Die Versuche sind mithin nur nach ganz bestimmten Richtungen vergleichbar. Übereinstimmend mit den Ergebnissen der vorstehend geschilderten äussert sich auch bei den älteren Versuchen die starke entkalkende Wirkung der Kalisalzdüngung, während durch Kalk allein keine wesentliche Steigerung der Löslichkeit des Bodenkalis hervorgebracht wurde.

[1]) W. Hess, 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station Seite 518.

Die Hauptergebnisse der vorstehenden Versuche können wie folgt zusammengefasst werden:

1. Die organischen Stickstoffverbindungen des natürlichen Hochmoorbodens sind zu einem sehr kleinen Teil unter Bildung von Ammoniak und Salpetersäure leicht zersetzlich. Ist dieser Teil zerfallen, so zeigt der grosse verbleibende Rest der Stickstoffverbindungen einen sehr viel stärkeren Widerstand gegen die Umwandlung in Ammoniak und Salpetersäure. Im Niederungsmoorboden ist der leichter zersetzliche Anteil der Stichstoffverbindungen viel grösser, wenn auch hier mit der Zeit eine Abnahme der Zersetzlichkeit der im Boden verbleibenden Stickstoffverbindungen wahrscheinlich ist.

2. Durch eine Kalkung in normaler Stärke, bei der eine schwach saure Reaktion des Bodens bestehen blieb, ist die Zersetzlichkeit der Stickstoffverbindungen des Hochmoorbodens nicht erhöht worden. Dagegen scheint eine Bodenlockerung die Nitrifikation der leichter zersetzlichen Stickstoffverbindungen zu fördern.

3. Bei Zufuhr grösserer Kalkmengen findet zunächst eine beträchtliche Steigerung der Nitrifikation des Hochmoor-Stickstoffs statt, auf kalkreichem Niederungsmoor ist dagegen nur ein geringer Einfluss auf die Förderung der Salpetersäurebildung festzustellen gewesen.

4. Die Bedingungen für die Nitrifizierung des Ammoniaks sind auf dem nichtgekalkten oder normal gekalkten und normal gedüngten Hochmoorboden viel ungünstiger, als in dem mit Sand bedeckten Niederungsmoor. Durch Zuführung von Kalisalz, Phosphat und Kalk in normaler Stärke wird im Hochmoorboden die Menge des Ammoniaks im Sickerwasser, wenn überhaupt, so doch nicht wesentlich vermehrt, — es ist in den Kompost in Gefäss V bis VIII jedenfalls ein geringes Quantum Ammoniak zugeführt worden —, im Niederungsmoorboden durch Kainit und Thomasmehldüngung sogar vermindert. Die Zufuhr von Chilisalpeter neben Kalk, Kainit und Thomasmehl hat eine geringe, jedoch deutliche Vermehrung des Ammoniaks im Sickerwasser verursacht.

5. Die Phosphorsäureverbindungen des Hochmoor- und Niederungsmoorbodens sind verhältnismässig schwer löslich. Die in der Düngung zugeführten Mengen werden zunächst wenigstens ziemlich stark im Boden festgehalten. Dieses Vermögen scheint bei Hochmoorboden, vielleicht auch bei Niederungsmoor, durch fortgesetzte Phosphorsäurezufuhr erschöpft zu werden, so dass dann grössere Mengen durch das Sickerwasser in den Untergrund geführt werden.

6. Das Kali des natürlichen Hochmoorbodens ist zu einem kleinen Teil in Wasser verhältnismässig leicht löslich, ebenso die Magnesia und der Kalk, der grosse Rest zeigt eine wesentlich geringere Löslichkeit. Von dem in der Düngung zugeführten Kali geht bei Hochmoorboden ein beträchtlicher Teil sehr schnell in das Sickerwasser über, der Rest wird im Boden ziemlich stark absorbiert. Im natürlichen Niederungsmoorboden ist das Kali etwas schwerer löslich als im Hochmoor. Betreffs der Stärke der Absorption des

in der Düngung zugeführten Kalis tritt zwischen Hochmoorboden und Niederungsmoorboden kein bemerkenswerter Unterschied auf.

7. Durch Zufuhr von Kalk in der bei der Düngung gebräuchlichen Menge zum Hochmoorboden wird zunächst keine Änderung in der Löslichkeit des Bodenkalis hervorgerufen. Nur bei längerer Zeitdauer scheint eine allerdings sehr kleine Erhöhung der Löslichkeit des Bodenkalis durch den Kalkzusatz verursacht zu werden.

8. Die Düngung mit Kalisalz erhöht auf Hochmoor- wie Niederungsmoorboden die Löslichkeit des Kalks sehr bedeutend. Diese entkalkende Wirkung hört nahezu oder vollständig auf, wenn die Düngung im nächsten Jahr nicht wiederholt wird. Die Kalkzufuhr an sich vermehrt die Kalkmengen im Sickerwasser zunächst nicht. Für 100 kg in der Düngung zugeführten Kalis tritt im Sickerwasser eine durchschnittliche Vermehrung des Kalks ein im Jahre der Düngung

bei Hochmoor um 64 kg,
„ Niederungsmoor um . . . 209 „ .

9. Da in der Löslichkeit der einzelnen Stoffe im Moorboden nach einiger Zeit eine starke Änderung eintritt, so müssen Untersuchungen obiger Art noch längere Zeit fortgesetzt werden, um sichere Aufschlüsse zu liefern.

V. Die Löslichkeit der Phosphorsäure aus Thomasmehl und Rohphosphaten im Hochmoorboden und die Abhängigkeit derselben von dem Gehalt des Bodens an freier Humussäure.

Nach Untersuchungen von H. Minssen und Br. Tacke.

Bericht von **Br. Tacke.**

Die vielfach beobachtete günstige Wirkung der Rohphosphate auf Hochmoorboden[1]) ist auf die Gegenwart von freien Humussäuren zurückzuführen, durch die die unlöslichen oder schwerlöslichen Phosphate aufgeschlossen werden und deren Phosphorsäure in wasserlösliche bezw. in der Bodenflüssigkeit lösliche Form übergeht.[2]) Die Energie, mit der dieser Prozess verläuft, ist wesentlich abhängig von dem Gehalt des Bodens an freien Humussäuren. Dementsprechend zeigten bei zahlreichen Feldversuchen die schwerlöslichen Phosphate, wenigstens im ersten Jahre, eine um so grössere Wirkung, je grösser die durch Laboratoriumsversuche ermittelte Löslichkeit derselben in den Agentien des Moorbodens war. Die Löslichkeit der Phosphate unter dem Einfluss des Moorbodens wurde von Fleischer in folgender Weise ermittelt: Bestimmte Mengen feingemahlenen lufttrockenen Moorbodens wurden mit abgewogenen Mengen des zu prüfenden Phosphates und einem bei allen Versuchen annähernd gleich bleibenden Quantum Wassers angerührt, eine Zeit lang stehen gelassen, das Gemisch aus Moor, Flüssigkeit und Phosphat auf ein Filter gebracht, die Flüssigkeit möglichst abgesaugt, der Filterinhalt mit Wasser nachgewaschen, so dass das Filtrat bei den Versuchen mit derselben Bodenart immer auf das gleiche Quantum gebracht wurde, und die Menge der gelösten Phosphor-

[1]) M. Fleischer, 2. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station, Landw. Jahrbücher 1883, 12, S. 129, wo auch die frühere Litteratur über diesen Gegenstand zusammengestellt ist; ferner 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station 1891, 20, S. 236; ferner obenstehender Abschnitt über die Feldversuche der Moor-Versuchs-Station Seite 44; Seite 293 Bericht über die Vegetationsversuche der Moor-Versuchs-Station. C. von Feilitzen, Svenska mooskulturföreningens tidskrift 1894, S. 216, ref. Centralblatt für Agrikulturchemie 1894, 23, S. 812; ebenda 1895, S. 199, ref. Centralblatt für Agrikulturchemie 1895, 24, S. 810. A. Baumann, Bericht über die Arbeiten auf dem Gebiete der Moorkultur in Baiern 1896, Mitt. d. Vereins z. Förd. d. Moork. 1897, No. 17, S. 309.

[2]) M. Schmöger, Mitt. d. Vereins z. Förd. d. Moorkultur 1896, 14, S. 468.

säure im Filtrat bestimmt. Das Quantum an Phosphorsäure, das mit gleichen Mengen Wasser aus dem Rohphosphat schon gelöst wurde, wurde von der im Filtrat gefundenen Menge abgezogen und der Rest als durch Einwirkung des Bodens auf das Phosphat in Lösung gebrachte Phosphorsäure angesehen. Betreffs dieser Methode wurde schon von Fleischer nachgewiesen, dass das Verhältnis zwischen Moor und Phosphat, die Dauer der Einwirkung derselben aufeinander, das schwächere oder stärkere Auswaschen des Moor-Phosphatgemisches auf dem Filter, die Einwirkung basischwirkender Beimischungen zu den Phosphaten auf die Verminderung der Acidität und dadurch der aufschliessenden Kraft des Moorbodens von grossem Einfluss auf das Ergebnis sein können, nnd dass es für einen Vergleich der Ergebnisse, die mit verschiedenen Moorböden gewonnen werden, nötig ist, dass die Versuchsbedingungen nach den bezeichneten Richtungen möglichst gleichartige sind.

Bei späteren Untersuchungen der Moor-Versuchs-Station wurde zur Bestimmung der Löslichkeit von Phosphaten unter dem Einfluss des Moorbodens ein Verfahren benutzt, wie es in der von mir in Gemeinschaft mit Immendorff unternommenen Untersuchung über die Wirksamkeit verschiedener Thomasmehle auf Hochmoorboden beschrieben worden ist.[1]) Ein ähnliches Verfahren hat Schmöger bei Versuchen über denselben Gegenstand angewendet.[2]) Das Wesentliche desselben besteht darin, dass das Moor mit dem Phosphat und unter Berücksichtigung des im Boden schon vorhandenen Wassers mit so viel Flüssigkeit versetzt wird, dass auf eine bestimmte Menge Moortrockensubstanz stets dieselbe Menge Flüssigkeit kommt. Das Gemisch bleibt eine bestimmte Zeit unter häufig wiederholtem Umschütteln stehen, wird dann auf ein Filter gebracht, die ablaufende Menge gemessen, darin die gelöste Phosphorsäure bestimmt und nach dem Ergebnis die Gesamtmenge der Phosphorsäure berechnet, die in dem ganzen in dem Moor-Phosphatgemisch vorhandenen Flüssigkeitsquantum als gelöst vorhanden gewesen ist. Im übrigen sind bei diesem Verfahren die Erfahrungen zu beachten, die oben als unerlässlich für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse verschiedener Versuche bezeichnet worden sind.

Nachdem erkannt worden war, dass durch das Trocknen des natürlichen Bodens tiefgehende Veränderungen in demselben verursacht werden können, und ferner eine Methode ermittelt ist, den Gehalt des Bodens an freien Humussäuren mit befriedigender Genauigkeit zu bestimmen,[3]) erschien es nötig, die Löslichkeit von Rohphosphaten im Hochmoorboden bei Verwendung *frischen,* natürlichen Bodens zu untersuchen und die Beziehungen zwischen Löslichkeit der Phosphate und Humussäuregehalt des betreffenden Bodens zu erforschen. Zunächst wurde die Löslichkeit der Phosphate im

[1]) Br. Tacke und H. Immendorff, Mitteilungen d. Vereins z. Förderung d. Moorkultur 1896, 14, S. 113.

[2]) M. Schmöger, Mitt. d. Vereins z. Förd. d. Moork. 1895, 13, S. 145, 1896, 14, S. 462.

[3]) Br. Tacke, Über die Bestimmung der freien Humussäuren im Moorboden, Chem.-Zeitg. 1897, No. 20.

Moorboden nach der zweiten oben beschriebenen Methode ermittelt. Die zuerst von FLEISCHER angewandte Methode wird, wenn frischer, also noch seine starke colloidale Beschaffenheit besitzender Moorboden zu den Versuchen verwendet wird, in ihrer Anwendung ausserordentlich schwierig. Die Filtration erfolgt sehr langsam und bei verschiedenartigen Böden so ungleichmässig, dass die nötige Gleichartigkeit der Versuchsbedingungen sich kaum herstellen lässt. Die von FLEISCHER[1]) selbst bereits erörterten Möglichkeiten einer Beeinflussung des Ergebnisses durch Verschiedenheit der Extraktionsdauer, der Menge des Extraktionsmittels, treffen bei Verwendung frischen Moorbodens in erhöhtem Masse zu, namentlich je zersetzter derselbe ist und je schwieriger sich dadurch das Auswaschen desselben gestaltet. Eine Schwierigkeit, die beiden Methoden gleichmässig anhaftet, ist der Umstand, dass ein relativ grosser Überschuss an Wasser verwendet werden muss, dass es also nicht möglich ist, die Zusammensetzung der Bodenflüssigkeit bei Zufuhr von Phosphat in einem Zustand des Bodens zu ermitteln, in dem der Boden keinen normalen, den natürlichen Verhältnissen annähernd entsprechenden Feuchtigkeitsgehalt besitzt. Die Gegenwart grösserer Wassermengen beeinflusst jedenfalls das Löslichwerden von Phosphorsäure und Rohphosphaten in starkem Masse, namentlich wenn, wie bei den nachfolgenden Versuchen, Boden- und Phosphatmengen aufeinander wirken, die den in der Praxis angewendeten möglichst genähert sind, und bei denen die Phosphatmenge im Verhältnis viel geringer ist, als sie bei den älteren Versuchen der Moor-Versuchs-Station oder bei den ersten Untersuchungen von SCHMÖGER benutzt wurden.

Bei dem zunächst in den folgenden Versuchen befolgten Verfahren, die Löslichkeit der Phosphate zu ermitteln, tritt ferner noch ein Umstand sehr hindernd auf, auf den bereits in einer früheren Abhandlung hingewiesen worden ist, die Absorption[2]) von Phosphorsäure, die durch die Humussäuren des Moorbodens aus den unlöslichen Phosphaten gelöst worden ist, durch den Moorboden selbst. Die löslich gewordene Phosphorsäure wird dadurch wieder in einen schwerer löslichen Zustand übergeführt und aus der Flüssigkeit des Gemisches entfernt. Die Folge davon ist, dass in der Flüssigkeit des Moorphosphatgemisches geringere Mengen von Phosphorsäure gefunden werden, als ursprünglich von den Humussäuren gelöst und in der Flüssigkeit vorhanden waren. Der Einfluss der Absorption erwies sich nach den folgenden Versuchen viel stärker, als von vornherein angenommen werden konnte. Es wurden jedoch zunächst, trotzdem diese Vorgänge nicht übersehen wurden, die folgenden Versuche nach der zweiten der oben beschriebenen Methoden ausgeführt, da die Behandlung des frischen Bodens nach der Methode des Auswaschens, wie schon bemerkt, nur sehr schwer

[1]) A. a. O. S. 176.

[2]) Vergl. TACKE und IMMENDORFF, Mitt. d. Ver. z. F. d. Moork. 1896, 14, S. 119. Es ist für die vorliegenden Versuche zunächst von geringerer Bedeutung, ob dieses Unlöslichwerden von Phosphorsäure auf chemischen oder physikalischen Prozessen (Absorption) oder auf beiden beruht. Der Einfachheit zuliebe ist zunächst im folgenden dieser Vorgang als Absorption bezeichnet.

möglich ist und andere Fehlerquellen mit sich bringt, und da ferner zu hoffen war, dass sich trotz der Nebenwirkung der Absorption löslich gewordener Phosphorsäure bestimmte Beziehungen zwischen der Acidität des Bodens und der Löslichkeit der Phosphorsäure der Rohphosphate ergeben würden.

Die Ausführung der Versuche geschah mithin in folgender Art: Eine 50 *g* völlig trocken gedachter Moorsubstanz entsprechende Menge *frischen* Moores wurde mit dem betreffenden Phosphat, das in Form von Feinmehl[1]) zur Verwendung gelangte, auf das innigste gemischt und in allen Fällen, wo nichts anderes angegeben, mit soviel Wasser versetzt, dass unter Berücksichtigung des in dem frischen Moor vorhandenen Wassers die gesamte Flüssigkeitsmenge des Gemisches 750 *ccm* betrug. Von den einzelnen Phosphaten wurde so viel mit dem Boden vermischt, dass stets auf 50 *g* trocken gedachten Bodens 100 *mg* Phosphorsäure kamen. Die Gemische blieben unter häufigem Umschütteln 3 mal 24 Stunden stehen; es wurde dann ein möglichst grosses Flüssigkeitsquantum abfiltriert, in einer Platinschale unter Zusatz von Kalkmilch eingedampft, der Trockenrückstand verascht und in der Asche die Phosphorsäure nach bekanntem Verfahren ermittelt. Die Menge von 100 *mg* Phosphorsäure auf 50 *g* Boden in trockenem Zustande entspricht ca. 350—400 *kg* Phosphorsäure pro Hektar, auf die Ackerschicht bis Pflugtiefe berechnet, ein Quantum, das etwa doppelt so gross ist, als die gewöhnlich in der Praxis angewendeten grössten Mengen. Bei den Versuchen wurde im übrigen möglichste Gleichmässigkeit der Ausführung beachtet. Wichtig ist, was bei derartigen Untersuchungen nicht immer beachtet worden ist, dass nicht nur die Menge von Phosphorsäure bestimmt wird, die mit Wasser allein aus dem Phosphat gelöst wird, sondern auch das Quantum, was der Boden für sich allein an die gleiche Wassermenge abgiebt, namentlich wenn zu den Versuchen bereits mit Phosphorsäure gedüngte, kultivierte Böden verwendet werden.

Zu den Versuchen dienten die folgenden Phosphate:

1. Thomasmehl 1 mit 19,75 % Gesamtphosphorsäure und 7,38 % citratlöslicher Phosphorsäure (37,71 % der Gesamtphosphorsäure).
2. Thomasmehl 2 mit 19,68 % Gesamtphosphorsäure, 13,78 % citratlöslicher Phosphorsäure (70,02 % der Gesamtphosphorsäure).
3. Thomasmehl 3 mit 17,38 % Gesamtphosphorsäure, 15,21 % citratlöslicher Phosphorsäure (87,00 % der Gesamtphosphorsäure).

[1]) Die Überführung sämtlicher zu dem Versuch benutzter Phosphate in Feinmehl durch Absieben mit einem Thomasmehlsieb giebt natürlich nur eine Gewähr für die Feinheit der Zerkleinerung unter ein bestimmtes Mindestmass. Das Feinmehl selbst kann immer noch ziemlich verschiedene Feinheitsstufen bei verschiedenen Phosphatproben darstellen, je nachdem es mehr oder weniger Staub enthält und je nachdem derselbe von gröberer oder feinerer Beschaffenheit ist. Für die Beurteilung der Feinheit der Mahlung für praktische Zwecke wird jedoch nur die Bestimmung des Feinmehls in der üblichen Weise in Betracht kommen, die grössere oder geringere Feinheit des Feinmehls im übrigen jedenfalls bis zu einem bestimmten Grade von der Beschaffenheit des Rohmaterials abhängig sein.

4.	Floridaphosphat mit . . .	35,56 %	Phosphorsäure (davon nach WAGNER[1]) citratlöslich		1,96 %)
5.	Carolinaphosphat „ . . .	26,86 „	Phosphorsäure (citratl.		2,82 „
6.	Peace-Riverphosphat mit .	26,74 „	„	„	2,65 „
7.	Mexikanisches Phosphat mit	38,00 „	„	„	20,28 „
8.	Arubapahosphat mit . . .	32,29 „	„	„	5,18 „
9.	Aves-Guano-Phosphat mit .	22,20 „	„	„	9,95 „
10.	Algierphosphat mit . . .	29,97 „	„	„	4,26 „
11.	Ciply-Phosphat „ . . .	18,74 „	„	„	0,15 „
12.	Phosphat aus Südfrankreich mit	17,46 „	„	„	2,14 „
13.	Somme-Phosphat mit . .	19,83 „	„	„	0,47 „
14.	Praep. Phosphatmehl mit . (Anglo-Continent. Guanowerke).	21,16 „	„	„	0,67 „

Um die Abhängigkeit des Aufschliessungsvermögens des Moorbodens für Phosphate von dem Gehalt desselben an freien Humussäuren zu untersuchen, wurden zunächst Versuche mit Moorböden aus dem Maibuschermoor und den verschiedenen Phosphaten ausgeführt. Der Gehalt des frischen Moores an Humussäure betrug als *Kohlensäure* auf trockne Moormasse berechnet, im Mittel mehrerer gut übereinstimmender Analysen 1,74 %. Die Proben wurden in frischem Zustand durch ein feinmaschiges Sieb, oder wenn solches nicht möglich, durch eine Fleischschneidemaschine getrieben und nach sorgfältiger Mischung in grossen verschlossenen Flaschen aufbewahrt.

Zuerst wurde folgender Vorversuch ausgeführt:

Eine 50 *g* trocknem Boden entsprechende Menge des frischen Maibuscher Moores wirkt 3mal 24 Stunden auf 100 *mg* Phosphorsäure in Form von Algierphosphat ein

1. ohne Zusatz,

2. nach Zusatz von so viel Kalkkarbonat (1,9798 *g*) wie nötig war, die in 50 *g* trocknen Bodens vorhandene Menge von Humussäure zu binden.

Bei 1. gingen in Lösung von der zugefügten Phosphorsäuremenge 95,71 %,

„ 2. *kaum nachweisbare Spuren.*

[1]) Die Citratlöslichkeit der Phosphate wurde zum Vergleich nach derselben Methode wie die der Thomasmehle nach WAGNER ermittelt. Da die einzelnen Phosphate wechselnde Mengen Karbonat enthielten, wurde ausserdem noch die Citratlöslichkeit nach WAGNER bestimmt, nachdem der Citratflüssigkeit eine der vorhandenen Kohlensäure entsprechende Menge Citronensäure zugesetzt war. Das Ergebnis wurde dadurch nicht wesentlich beeinflusst, wie die folgenden, für die einzelnen Phosphate gewonnenen Zahlen darthun:

4.	1,89 % citratlösliche Phosphorsäure.		9.	9,74 % citratlösliche Phosphorsäure.	
5.	3,24 „	„ „	10.	4,74 „	„ „
6.	2,59 „	„ „	11.	0,10 „	„ „
7.	20,47 „	„ „	12.	2,46 „	„ „
8.	5,40 „	„ „	13.	0,26 „	„ „
			14.	0,46 „	„ „

Um eine Vorstellung über die Zuverlässigkeit des Verfahrens zu gewinnen, wurden in der ersten der hierunter wiedergegebenen Versuchsreihen alle Versuche doppelt angestellt. Die in 250 *ccm* des Filtrates ermittelten Mengen an Magnesiapyrophosphat sind hierunter für die 14 genannten Phosphate zusammengestellt:

1.	0,0433; 0,4250.	8.	0,0520; 0,0497.
2.	0,0418; 0,0426; 0,0403.	9.	0,0481; 0,0499.
3.	0,0434; 0,0432.	10.	0,0510; 0,0487.
4.	0,0482; 0,0456.	11.	0,0492; 0,0477.
5.	0,0475; 0,0500.	12.	0,0423; 0,0399.
6.	0,0469; 0,0480.	13.	0,0477; 0,0456.
7.	0,0461; 0,0448.	14.	0,0458; 0,0460.

Die grösste Differenz zwischen zwei Kontrollversuchen beträgt 2,6 *mg* Pyrophosphat entsprechend 1,66 *mg* Phosphorsäure und 1,7 % der in dem Phosphat zugeführten Phosphorsäure. Meistens ist der Unterschied zwischen den Kontrollproben geringer, so dass die Zuverlässigkeit der Methode eine befriedigende ist, wenn man bedenkt, dass die völlig gleichmässige Mischung des Bodens in frischem Zustande schwierig ist.

In den folgenden Tabellen sind zunächst die Resultate des mit der Probe aus dem Maibuschermoor, ein ziemlich unvollkommen zersetzter sog. Heidehumus, angestellten Versuche angegeben, derart, dass die Mengen in Lösung gegangener Phosphorsäure in Prozenten der mit dem Moor in Berührung gebrachten Menge angegeben sind und zwar:

1. bei Einwirkung des frischen Moorbodens;
2. nach Zusatz von 1 % Kalk (Calciumoxyd auf die Moortrockensubstanz berechnet) zum Moorboden und 7 tägiger Einwirkung desselben;
3. nach Zusatz von 2 % Calciumoxyd;
 a) nach 7 monatlicher Einwirkung des Kalkes auf das Moor,
 b) nach 7 tägiger Einwirkung,
4. nach Zusatz von 4 % Calciumoxyd nach 7 tägiger Einwirkung.

Der Kalk wurde auf das innigste mit der Moormasse gemischt. Zur Neutralisation der im Moorboden vorhandenen Humussäure sind nötig auf 100 *g* trocken gedachten Moores 2,2174 *g* Calciumoxyd. Bei Zusatz von 1 % Kalk bleibt mithin im Boden noch ein ziemlich bedeutender Rest an freien Humussäuren, bei 2 % Kalk ein geringer Rest, während bei 4 % Kalk nicht nur die vorhandenen freien Humussäuren neutralisiert, sondern sogar noch ein beträchtlicher Überschuss an Kalk zugeführt wird.[1]) Im übrigen waren alle Bedingungen bei Ausführung des Versuches die gleichen. Abgesehen von einem Phosphat gingen mit Wasser allein unter denselben Verhältnissen nur

[1]) Es ist nicht ausgeschlossen, dass bei Einwirknug von Kalk in Form von gebranntem Kalk auf Moorboden der Kalk etwas stärker entsäuernd wirkt, als nach seinem Äquivalent berechnet wird, oder richtiger, dass nach dem Verfahren der Bestimmung der Humussäure etwas weniger Humussäure gefunden wird, als dem Kalkzusatz entspricht, während das bei Zusatz des Kalkcarbonates nicht der Fall ist. Die Erscheinung wird noch weiter verfolgt.

geringe Mengen von Phosphorsäure in Lösung, die in der nachfolgenden Tabelle mit aufgeführt sind. Die verschieden behandelten Bodenproben gaben an Wasser nur unbestimmbare Spuren von Phosphorsäure ab.

In Prozenten der Phosphorsäure (100 *mg*) gingen aus den einzelnen Phosphaten in Lösung:

Bezeichnung des Phosphates	Mit Wasser allein	Mit nicht gekalktem Moorboden	Nach Zusatz von 1 % Kalk und 7 tägiger Wirkung des Kalkes	Nach Zusatz von 2 % Kalk und 7 tägiger Wirkung des Kalkes	Nach Zusatz von 2 % Kalk und 7 monatlicher Wirkung des Kalkes	Nach Zusatz von 4 % Kalk und 7 tägiger Wirkung des Kalkes	In % der nicht lösl. Phosphorsäure d. einzelnen Phosphate: nicht gekalkt	In % der nicht lösl. Phosphorsäure d. einzelnen Phosphate: nach Zusatz von 1 % Kalk und 7 tägiger Wirkung des Kalkes
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
1. Thomasmehl 1, 37,7 % citratl.	0	82,37	32,64	17,44	21,69	2,56	82,37	32,64
2. „ 2, 70,02 „ citratl.	1,33	79,80	50,72	31,84	39,04	3,04	79,53	50,06
3. „ 3, 87,00 „ citratl.	1,92	83,14	62,40	43,68	50,24	5,44	82,81	61,66
4. Florida-Phosphat	2,51	90,05	14,40	Spur	0,96	Spur	89,79	12,20
5. Carolina-Phosphat. . . .	2,88	93,60	46,88	2,56	—	winzige Spur	93,41	45,30
6. Peace-River-Phosphat . .	3,25	91,10	32,96	Spur	—	„ „	81,14	30,71
7 Mexiko-Phosphat	17,05	87,26	82,88	46,24	—	1,92	84,64	79,36
8. Aruba-Phosphat	3,10	97,36	53,92	2,88	—	Spur	97,55	52,45
9. Aves-Guano-Phosphat , .	3,36	94,08	65,44	10,08	13,44	1,28	93,87	64,24
10. Algier-Phosphat	1,84	95,71	50,08	3,04	4,16	Spur	95,63	49,14
11. Ciply-Phosphat	0	93,02	21,60	Spur	—	winzige Spur	93,02	21,60
12. Phosphat a. Süd-Frankreich	1,62	78,91	39,52	1,92	—	„ „	78,56	38,52
13. Somme-Phosphat	0	89,57	31,04	Spur	—	„ „	89,57	31,04
14. Präpar. Phosphatmehl . .	0	88,13	24,64	„	2,50	„ „	88,13	24,64

In den letzten beiden Reihen sind die Mengen von Phosphorsäure angegeben, die durch Einfluss des nicht gekalkten und schwach gekalkten Moorbodens auf die nicht in Wasser lösliche Phosphorsäure der verschiedenen Phosphate in Lösung gehen und zwar in Prozenten dieser unlöslichen Phosphorsäure. Von den direkt gefundenen Zahlen sind die an sich in Wasser löslichen Mengen abgezogen und die erhaltenen Werte in Prozenten der Phosphorsäuremenge berechnet, die in der mit dem Moor vermischten Menge von 100 *mg* nicht in wasserlöslichem Zustand vorhanden war. Die Zahlen der letzten 2 Reihen geben mithin die relative Löslichkeit der in den Phosphaten unter denselben Versuchsbedingungen in Wasser nicht löslichen Phosphorsäure unter dem Einfluss des Moorbodens an. Sie fussen auf der Voraussetzung, dass in dem Gemisch aus Moor, Wasser und Phosphat dieselbe Menge Phosphorsäure in Wasser löslich ist, als unter denselben Versuchsbedingungen in Wasser allein. Dass diese Annahme nicht unbedingt zutrifft, zeigt der starke Rückgang der Löslichkeit z. B. des Phosphates 7. Von der Gesamtphosphorsäure sind 17,05 % in Wasser allein löslich; unter dem Einfluss des stark gekalkten Bodens gehen über-

haupt nur 1,92 % der Gesamtphosphorsäure in Lösung, offenbar deshalb, weil die wasserlösliche Phosphorsäure bei Überschuss von Kalk schwer lösliches Calciumphosphat bildet. Bei dem nicht gekalkten Boden wird jedoch die oben gemachte Annahme annähernd zutreffen, schon weniger bei dem Boden, dem 1 % Kalk zugesetzt ist. Die ganze Berechnung ist in erster Linie auch nur ausgeführt worden, um über die Löslichkeit der nicht wasserlöslichen Phosphorsäure des Mexikophosphates im Vergleich zu den anderen Phosphaten ein Urteil zu gewinnen.

Sehr deutlich tritt die starke Abnahme der Löslichkeit der Phosphorsäure sämtlicher Phosphate in den gekalkten Böden hervor, um so stärker, je stärker die Kalkung erfolgt ist. Besonders bemerkenswert ist es, dass in der Löslichkeit der verschiedenen Phosphate in dem stark sauren Hochmoorboden nur verhältnismässig geringe Unterschiede bestehen, sofort jedoch grosse Unterschiede nach der Richtung hervortreten, nachdem die Humussäure des Bodens mehr oder weniger durch Kalk neutralisiert ist. Bei den Thomasmehlen verschiedener Citratlöslichkeit bestätigt sich die bereits früher festgestellte Thatsache,[1]) dass die Unterschiede nach dieser Richtung in dem stark sauren Boden völlig verschwinden, offenbar deshalb, weil die darin vorhandene Humussäure genügt, auch die nicht citratlösliche Phosphorsäure zum grossen Teil in Lösung zu bringen, dass die Verschiedenheiten in der Citratlöslichkeit jedoch sofort auch in der Verschiedenheit der Bodenlöslichkeit, wie sie nach dem beschriebenen Verfahren ermittelt wird, zum Ausdruck gelangen, wenn die Humussäuren vorher durch Kalk z. T. gebunden wird. Schon bei dem nur mit 1 % Kalk versetzten Boden, der noch ziemlich stark sauer war, treten Unterschiede in der Bodenlöslichkeit der Thomasmehl-Phosphorsäure hervor, die jedoch noch nicht der in der Citratlöslichkeit entsprechen. Die Differenzen werden im stärker gekalkten Moorboden relativ grösser und stimmen bei dem mit 2 % Kalk versetzten Boden, in dem der Kalk 7 Monate gewirkt hat — das Quantum von 2 % entspricht dem gewöhnlich in der Praxis verwendeten — befriedigend mit der Citratlöslichkeit überein.

Zur besseren Übersicht ist das Verhältnis der Citratlöslichkeit und der Bodenlöslichkeit für den mit 1 % und den 7 Monate vorher mit 2 % Kalk vermischten Boden hierunter in abgerundeten Zahlen angegeben:

	Thomasmehl 1 : 2 : 3
Citratlöslichkeit	1 : 1,9 : 2,3
Bodenlöslichkeit in *Boden mit 1 % Kalk*	1 : 1,3 : 1,9
Bodenlöslichkeit in *Boden mit 2 % Kalk*	1 : 1,9 : 2,3.

Der Unterschied zwischen den Zahlen der Reihen 4 und 5 in der Bodenlöslichkeit der Posphorsäure in dem mit 2 % Kalk versehenen Boden, bei verschieden langer Einwirkung des Kalks auf den Boden liegt in entgegengesetzter Richtung, als erwartet werden konnte. In dem länger ge-

[1]) Siehe TACKE und IMMENDORFF, Mitt. des Ver. z. Förderung der Moorkultur 1896, No. 7, S. 113.

kalkten Boden ist die Löslichkeit nicht unbeträchtlich grösser, während man dort eine stärkere Abnahme der Acidität, infolgedessen ein geringeres Lösungsvermögen für die Phosphorsäure hätte voraussetzen sollen, als bei dem kurz vorher gleich stark gekalkten Boden. Diese Erscheinung soll durch weitere Versuche aufgeklärt werden. Vielleicht wird man dieselbe darauf zurückführen können, dass in dem vor langer Zeit gekalkten Boden die Absorptionsverhältnisse für die durch Einwirkung von Humussäuren aus Rohphosphaten gelöste Phosphorsäure andere gewesen sind, als in dem kurz vorher gekalkten. Der erstgenannte wird sicher keinen Kalk als Calciumoxyd und wahrscheinlich keinen als Karbonat, sondern nur Kalkhumat enthalten haben, während in dem kurz vorher gekalkten Boden vielleicht noch freier Kalk (Calciumhydroxyd) oder Karbonat bei Beginn des Versuches vorhanden war.

In den Böden, in denen nach der Kalkung die Löslichkeit der Rohphosphate (abgesehen von No. 7) sehr stark gesunken ist (Reihe 4 und 5), ist die Thomasmehlphosphorsäure relativ noch sehr stark löslich. Es beruht darauf die ausserordentlich günstige Wirkung derselben auch auf stark entsäuertem oder nicht saurem Moorboden, wie auch auf Mineralboden. Bis zu einem bestimmten Grade ist die Thomasmehlphosphorsäure eben auch in den Agentien der Böden löslich, die keine freien Humussäuren enthalten und auf denen aus eben diesem Grunde andere Phosphate unwirksam sind. Auffallend ist ferner die Beobachtung, dass die Bodenlöslichkeit in dem nichtgekalkten Moorboden (Reihe 2) bei Thomasmehl 3 dem absoluten Betrag nach geringer ist, als die Citratlöslichkeit, was wahrscheinlich ebenfalls mit der Wiederabsorption löslich gewordener Phosphorsäure durch den Boden zusammenhängt.

Berechnet man für Thomasmehl 1 und 2 die Löslichkeit der *nichtcitratlöslichen* Phosphorsäure in dem nicht gekalkten Boden unter ähnlichen Voraussetzungen, wie es oben für die im Wasser unlösliche Phosphorsäure der Phosphate überhaupt geschehen ist, so ergiebt sich folgendes:

Thomasmehl 1.

Von 100 — 37,7 *mg* = 62,3 *mg* *nichtcitratlöslicher* Phosphorsäure sind löslich (Reihe 2) 82,37 — 37,7 *mg* = 44,67 *mg* = 71,7 %.

Thomasmehl 2.

Von 100 — 70,02 *mg* = 29,98 *mg* nichtcitratlöslicher Phosphorsäure sind löslich 79,80 — 70,02 *mg* 9,78 *mg* = 30,7 %.

Hiernach ist die *nichtcitratlösliche Phosphorsäure* des Thomasmehles viel schwerer löslich, als die Phosphorsäure einer ganzen Reihe von Rohphasphaten. Es wurde, da die Voraussetzungen für die obige Berechnung nicht ganz einwandfrei sind, die Löslichkeit der *nichtcitratlöslichen* Phosphorsäure der drei Thomasmehle ausserdem noch durch folgende Versuche zu ermitteln versucht:

Die 3 Thomasmehle wurden genau nach WAGNERS Vorschrift mit Citratlösung behandelt, das Ungelöste abfiltriert, zwischen Fliesspapier

möglichst getrocknet, um phosphorsäurehaltige Citratlösung nach Möglichkeit zu entfernen, mit Wasser ausgewaschen und an der Luft getrocknet. Die Proben wurden durch ein Thomasmehlsieb gegeben.

Das Citrat-Unlösliche aus den 3 Thomasmehlen enthielt an Phosphorsäure bei

Thomasmehl 1 20,45 %.
„ 2 21,04 „
„ 3 9,63 „

Die Löslichkeit der Phosphorsäure in dem in Citrat Unlöslichen wurde nun mit denselben Bodenproben nach demselben Verfahren wie bei den oben dargestellten Versuchen ermittelt.

Von 100 Teilen (*mg*) gingen in Lösung:

	Ungekalktes Moor	Moor nach Zusatz von 1 % Kalk	Moor nach Zusatz von 2 % Kalk	Moor nach Zusatz von 4 % Kalk
Thomasmehl 1	71,68 %	24,32 %	Spur	0
„ 2	78,72 „	28,48 „	2,40 %	0
„ 3	66,56 „	30,08 „	16,16 „	2,24 %.

Eine Übereinstimmung ist nur bei Thomasmehl 1 zwischen den hier gefundenen und oben berechneten Zahlen für die Bodenlöslichkeit des Nichtcitratlöslichen vorhanden. Worauf die Differenz bei Thomasmehl 2 zurückzuführen ist, ist zunächst nicht zu entscheiden. Es ist nicht unmöglich, dass durch die Einwirkung der Citratflüssigkeit die Löslichkeit der Phosphorsäure des nichtcitratlöslichen Anteils der Thomasmehle in den Agentien des Moorbodens beeinflusst worden ist. Jedenfalls ist es zulässig, aus den unter genau denselben Bedingungen angestellten Versuchen zu schliessen, dass die nichtcitratlösliche Phosphorsäure in dem unentsäuerten Boden nicht löslicher ist, als die von anderen Rohphosphaten. Auch die Löslichkeit in dem mit 1 % Kalk versetzten Moor steht hinter der der meisten Rohphosphate in demselben Boden zurück. Auffallend ist nur die verhältnismässig grosse Löslichkeit des Citratunlöslichen aus Thomasmehl 3 in dem mit 2 % und mit 4 % Kalk versetzten Boden. Es ist das nur so zu erklären, dass die nichtcitratlösliche Phosphorsäure aus Thomasmehl 3 im Boden leichter löslich ist, als die aus 2 und 1. Für die Zulässigkeit dieser Annahme spricht das Ergebnis folgenden Versuches, bei dem die nach dem obigen Verfahren gewonnene citratunlösliche Phosphorsäure der 3 Thomasmehle nochmals nach Wagnerscher Vorschrift behandelt wurde. Hierbei waren von 100 Teilen der Gesamtphosphorsäure des Citratunlöslichen löslich:

bei Thomasmehl 1 14,47 %
„ „ 2 21,83 „
„ „ 3 44,25 „

Die unter Verwendung der Wagnerschen Methode isolierte citratunlösliche Phosphorsäure war mithin bei nochmaliger Behandlung mit Citratlösung um so löslicher, je höher die Citratlöslichkeit des betreffenden

Thomasmehles an sich von vornherein gefunden wurde, und in Übereinstimmung damit auch löslicher im Moorboden. Wenn das in dem schwach oder nicht gekalkten Boden sich nicht äussert, sondern erst in dem stärker entsäuerten Boden mit 2% Kalk, so ist das wahrscheinlich auf dieselben Gründe zurückzuführen, wie die gleichsinnige Erscheinung in der Löslichkeit verschieden citratlöslicher Thomasmehle im nicht und im verschieden stark entsäuerten Moorboden.

Die Ergebnisse vorstehender Aufschliessungsversuche liefern jedenfalls eine weitere Stütze für den aus anderen Versuchen[1]) und aus Vegetationsversuchen gezogenen Schluss, dass es empfehlenswert ist, die Thomasmehle auch für den Hochmoorboden nach ihrer Citratlöslichkeit zu bewerten. Die *nichtcitratlösliche* Phosphorsäure der Thomasmehle steht im allgemeinen in ihrer Löslichkeit im Hochmoorboden, der schon z. T. entsäuert ist, hinter der einer ganzen Reihe anderer Rohphosphate zurück, und sie scheint um so löslicher in den Agentien des Moorbodens, je höher die Citratlöslichkeit des Thomasmehles war, aus dem sie gewonnen wurde. Hiernach würde der *citratunlöslichen* Phosphorsäure für humussäurefreie Mineralböden ebenfalls kaum der Wert der Rohphosphorite zuzuerkennen sein, was mit der Bewertung, die Wagner und Maercker der citratlöslichen Phosphorsäure für derartige Böden auf Grund ihrer Versuche angedeihen lassen, im Einklang steht.

Die Löslichkeit der Phosphorsäure aus den 14 verschiedenen Phosphaten im stark sauren Moorboden, wie sie durch die Zahlen unter 7 und 8 dargestellt wird, erscheint gegen die Zahlen der Reihen 2 und 3 wenig verändert, weil der wasserlösliche Anteil der Phosphorsäure aller Phosphate, abgesehen von No. 7, verhältnismässig gering ist. Das letztgenannte zeigt auch noch in dem stärker entsäuerten Boden, selbst wenn man die Löslichkeit eines Teiles der Phosphorsäure in Wasser berücksichtigt, eine hohe Löslichkeit. Das betreffende Phosphat darf, wenn es in der hier vorliegenden Beschaffenheit zu einem annehmbaren Preis geliefert wird, vielleicht selbst für Mineralböden Beachtung beanspruchen.

[1]) Tacke und Immendorff, Über die Wirksamkeit von Thomasmehlen verschiedener Herkunft auf Hochmoorboden. Mitt. des Ver. z. Förderung der Moorkultur 1896, 14, No. 7, S. 113. — Gegenüber entgegengesetzten Auffassungen über die Zweckmässigkeit der Bewertung von Thomasmehlen für den Hochmoorboden nach der Citratlöslichkeit sei hier besonders hervorgehoben, dass durch Annahme dieses Bewertungsmodus nichts über den Wert der *citratunlöslichen* Phosphorsäure ausgesagt werden soll und diese durchaus nicht völlig wertlos für Hochmoorboden erklärt wird; vielmehr wird nur der durch Vegetationsversuche und chemische Untersuchungen ermittelten Thatsache Rechnung getragen, dass ein Thomasmehl von höherer Citratlöslichkeit auf teilweise entsäuertem Boden entsprechend besser wirkt, als ein solches von niedrigerer Citratlöslichkeit. Die Frage des Wertes der citratunlöslichen Phosphorsäure für Hochmoorboden ist hiervon zu trennen. (Vergl. Mitt. des Ver. z. Förderung der Moorkultur 1897, 15, S. 22.) — Die Vegetationsversuche über den Wert der citratunlöslichen Phosphorsäure für Hochmoorboden sind noch nicht beendet. — Feldversuche mit Thomasmehlen verschiedener Citratlöslichkeit konnten bis jetzt leider nicht angestellt werden, da es trotz fortgesetzter Bemühungen nicht gelang, ein genügendes Quantum geringer citratlöslichen Mehles zu erlangen.

Um festzustellen, wie gross die Löslichkeit der verschiedenen Phosphate in der mit dem Moorboden in Berührung stehenden Flüssigkeit ist, die geringe Mengen löslicher Humussäuren enthält, wurde folgender Versuch unternommen:

Eine 50 *g* trockenem Moor entsprechende Menge wurde bei Zimmertemperatur 3 Tage mit 750 *ccm* Wasser (unter Beachtung der im Moor vorhandenen Flüssigkeitsmenge) digeriert, die Flüssigkeit abfiltriert und ein Quantum der verschiedenen Phosphate, das gleichmässig 40 *mg* Phosphorsäure enthielt, der Einwirkung von 300 *ccm* des Filtrates 3 Tage ausgesetzt. Das Verhältnis zwischen Moor, Flüssigkeit und Phosphat war also dasselbe, wie bei den bereits mitgeteilten Versuchen. Bei dieser Versuchsanordnung hat der grössere oder geringere Gehalt der Phosphate an basisch wirkenden Stoffen (Kalkkarbonat, Ätzkalk) insofern eine grössere Bedeutung, als bei Gegenwart von Moorboden, weil die Humussäuren nur zu einem sehr kleinen Teil in Wasser löslich sind, die Flüssigkeit mithin nur geringe Mengen von solcher enthielt und die wenn auch nur geringen Mengen der basisch wirkenden Stoffe daher die Acidität derselben stark beeinflussen können. Die in Lösung gegangenen Mengen sind in der Mehrzahl der Fälle so klein, dass sie völlig innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Günstigstenfalls wurden in 250 *ccm* des Filtrates gefunden (abgesehen vom Mexikophosphat) 2,2 *mg* Phosphorsäure, entsprechend 6,5 % der mit dem Extrakt in Berührung gewesenen Phosphorsäure oder nach Abzug des in Wasser löslichen Anteils 4,7 % der Gesamt-Phosphorsäure. Die Versuche zeigen mithin, was übrigens von vornherein erwartet werden konnte, dass die Überführung der Phosphorsäure der Rohphosphate in lösliche Form in der Hauptsache durch die in Wasser unlöslichen Humussäuren geschieht. Es ist daher zur Erzielung übereinstimmender Ergebnisse bei Kontrollversuchen nötig, das Moor-Phosphatgemisch innig zu mischen und kräftig und häufig zu schütteln.

Nicht ohne Interesse ist die Löslichkeit einiger der genannten Phosphate in verdünnter Essigsäure unter ähnlichen Verhältnissen, wie sie bei den Versuchen mit Moorboden innegehalten wurden, nämlich bei Einwirkung von 750 *ccm* des Lösungsmittels auf 100 *mg* Phosphorsäure der Phosphate und 3 tägiger Einwirkung. Unter diesen Versuchsbedingungen gingen in Lösung in Prozenten der Gesamtphosphorsäure mit Essigsäure von:

	$^1/_2$ %	$^1/_4$ %	$^1/_{10}$ %	$^1/_{20}$ %
7. Mexikophosphat	100,32	99,84	95,52	94,46
9. Aves-Guanophosphat . .	98,02	91,68	76,22	65,47
10. Algierphosphat	92,16	74,40	58,18	46,66.

Bei dem vorstehenden Prozentgehalt der Essigsäure sind in dem mit dem Phosphat in Berührung kommenden Flüssigkeitsquantum von 750 *ccm* vorhanden:

Essigsäure (als $C_2H_4O_2$) . . 3,75 *g* 1,875 *g* 0,75 *g* 0,375 *g*.

Diese sind äquivalent folgenden Mengen:

Kohlensäure 1,375 *g* 0,687 *g* 0,275 *g* 0,137 *g*.

Die in 100 *g* trocken gedachten Moorbodens enthaltene Humussäure ist äquivalent:

im nichtgekalkten Moor . . 1,742 *g* Kohlensäure.
im Moorboden mit 1 % Kalk 0,956 „ „

In 50 *g* trocknem Moor, dem Quantum, dass auf 100 *mg* Phosphorsäure einwirkt, waren mithin an freier Humussäure Mengen vorhanden, die entsprechen:

im nichtgekalkten Moor . . 0,871 *g* Kohlensäure.
im Moorboden mit 1 % Kalk 0,478 „ „

Dieselben führten in Lösung aus der gebotenen Phosphorsäuremenge

	des *Algierphosphates*	des *Aves-Guanophosphates.*
Nichtgekalktes Moor . . .	95,71 %	94,08 %.
Gekalktes Moor (1 % Kalk)	50,08 „	65,44 „

Die Wirkung der Humussäure ist mithin auf Algierphosphat in dem nichtentsäuerten Boden etwas stärker, als die einer bedeutend grösseren Menge von Essigsäure, wenn beide Säuren in ihren Aequivalenten Kohlensäure ausgedrückt werden, bei Aves-Guanophosphat dagegen etwas kleiner. In dem durch 1 % Kalk teilweise entsäuerten Boden ist das Verhältnis bei Algierphosphat umgekehrt. Das Kohlensäure-Äquivalent der darin vorhandenen freien Humussäure 0,478 *g* liegt etwa in der Mitte desjenigen für $^1/_{10}$ und $^1/_4$ %ige Essigsäure, die Zahlen für den Prozentsatz der gelösten Phosphorsäure liegen jedoch bei Algierphosphat noch erheblich unter den für $^1/_{10}$ %tige Essigsäure gefundenen. Es ist allerdings zu berücksichtigen, dass die Löslichkeit für die Phosphorsäure im Moorboden infolge von Wiederabsorption von Phosphorsäure zu klein gefunden wird (s. u.). Jedoch kann hierdurch der Befund bei nichtentsäuertem Moorboden, der nahezu sämtliche Phosphorsäure der genannten Phosphate in Lösung bringt, nicht sehr stark verändert werden. Es soll die Aufgabe weiterer Versuche sein, zu ermitteln, ob zwischen der Löslichkeit des Kalkphosphates der verschiedenen Rohphosphate in Mineralsäuren und in Humussäuren Beziehungen aufzufinden sind.

Der *Einfluss einer verschieden langen Einwirkung* des Moorbodens auf die Phosphate äussert sich in folgender Weise.

Die Versuche wurden mit Heidehumus vom Maibuschermoor ausgeführt, dem vor $4^1/_2$ Monat 1 % des Gewichtes der Trockensubstanz des Moores an Kalk zugemischt worden war. Die Versuchsbedingungen waren die gleichen wie bei den übrigen Aufschliessungsversuchen.

Es gingen in Prozenten der dem Moore zugemischten Phosphorsäure in Lösung:

Dauer der Einwirkung:	*Bezeichnung der Phosphate*: 1. Thomasmehl 1	3. Thomasmehl 3	10. Algierphosphat	14. Präpariertes Phosphatmehl
	%	%	%	%
3 Tage	37,60	65,60	52,16	27,84
7 „	39,20	69,60	56,00	28,00
30 „	—	82,24	64,48	36,80
70 „	52,99	—	69,70	—

Mit der Dauer der Einwirkung steigt die Menge der gelösten Phosphorsäure bei allen in Untersuchung gezogenen Phosphaten, das Verhältnis in der Löslichkeit der einzelnen Phosphate bleibt jedoch nahezu dasselbe, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht.

Verhältnis der Löslichkeit der Phosphorsäure.

Dauer der Einwirkung	1. Thomasmehl 1		3. Thomasmehl 3		10. Algierphosphat		14. Präpariertes Phosphatmehl
3 Tage	1	:	1,74	:	1,39	:	0,74
7 „	1	:	1,78	:	1,43	:	0,71
70 „	1	:	—	:	1,31	:	—
3 „	—	:	1	:	0,80	:	0,42
7 „	—	:	1	:	0,80	:	0,40
30 „	—	:	1	:	0,78	:	0,45

Wir dürfen auf Grund dieser Ergebnisse wohl annehmen, dass auch das Verhältnis, in dem die düngende Wirkung der einzelnen Phosphate zu einander steht, soweit sie von der Acidität des Bodens abhängt, auf die Dauer im grossen und ganzen dasselbe bleibt und von der Zeit der Einwirkung des Bodens auf das Phosphat nicht wesentlich beeinflusst wird.

Eine Anzahl von Moorböden wurde im März 1897 aus der Oberflächenschicht von Moorflächen verschiedenster Beschaffenheit des Hellweger Moores entnommen und auf den Gehalt an freien Humussäuren untersucht, ferner genau nach der bei den vorstehenden Versuchen befolgten Methode auf ihr Lösungsvermögen für Phosphate, und zwar wurden als solche wegen Mangel an grösseren Bodenmengen meistens nur benutzt: Thomasmehl 1, Algierphosphat und präp. Phosphatmehl.

Herkunft, Beschaffenheit und Gehalt der verschiedenen Bodenproben an freien Humussäuren berechnet als Kohlensäure auf Trockensubstanz sind in folgendem angegeben:

I. Ausgebranntes Moorland ohne Kalk,[1]) 1 Jahr in Stalldungkultur. Gehalt an freier Humussäure 1,37 %

II. Ausgebranntes Moorland ohne Kalk, 3 Jahre in Stalldungkultur. Gehalt an freier Humussäure 1,36 „

III. Ausgebranntes Moorland ohne Kalk, 6 Jahre in Stalldungkultur. Gehalt an freier Humussäure 1,16 „

IV. Ausgebranntes Moorland vor 5 Jahren mit Verdener Mergel gedüngt, pro *ha* 4000 *kg* Kalk (CaO), entsprechend . . . 0,30 „

V. Nichtgekalktes Land in alter Kultur 0,80 „

VI. Land in alter Kultur, vor 1 Jahr mit 4000 *kg* gebranntem Kalk pro *ha* gedüngt 0,27 „

VII. Völlig ausgebranntes Land 1,82 „

VIII. Zur Torfstreugewinnung benutzte (abgemullte) Fläche . . 2,13 „

[1]) Ohne Kalk bedeutet: Ohne Zufuhr irgend welcher kalkhaltiger Meliorationsmittel als gebr. Kalk, Mergel u. dergl.

IX. Abgetorfte Fläche, vor 2 Jahren gekalkt (Stärke der Kalkung unbekannt) 0,64 %
X. Abgetorfte Fläche, vor 1 Jahr gekalkt (Stärke der Kalkung unbekannt) 0,56 „
XI. Hochmoorfläche, 1896 gemergelt, pro *ha* 4000 *kg* Kalk (CaO) 0,18 „
XII. Im letzten Sommer gehackte Hochmoorfläche, vor zwei Jahren aus Heide umgepflügt 2,18 „
XIII. Heidefläche, nicht gebrochen, neben XII 1,86 „
XIV. Zur Torfstreugewinnung benutzt (abgemullt), früher altes Ackerland . 1,26 „
XV. Vor 8 Jahren gekalktes altes Land (Vegetations-Versuch 1897) . 0,86 „
XVI. In jüngerer Zeit gemergeltes, neu kultiviertes Land (Vegetations-Versuch 1897) 1,06 „
XVII. Sogenannter Heidehumus von einer nichtkultivierten Fläche 1,92 „

Der Gehalt der Böden an freien Humussäuren zeigt nach Vorstehendem ziemlich grosse Unterschiede, die jedoch im allgemeinen den von vornherein auf Grund anderweitiger Erwägungen gehegten Erwartungen entsprechen.

Der Gehalt des Hochmoorbodens, der vor langer Zeit gebrannt worden ist, dann nach dem Brennen gelegen hat, sich mit einem Heiderasen bedeckt hat und unter diesem eine durch dunklere Färbung und bessere Zersetzung gekennzeichnete Schicht von sogenanntem Heidehumus erlangt, an freien Humussäuren ist auffallend konstant, selbst für weit voneinander entfernte Flächen.

So wurden für einen derartigen Boden aus der Versuchswirtschaft der Station im Maibuschermoor im Grossherzogtum Oldenburg ermittelt für die Trockensubstanz

1,74 %,

in einer Probe von einer anderen Fläche desselben Moores

1,72 %,

für eine Probe einer Fläche gleicher Form im Hellweger Moor

1,73 %,

für die gleichartige Fläche XIII und XVII

1,86 % und 1,92 %.

Die daneben liegende Fläche XII, vor zwei Jahren gepflügt und im Sommer 1896 gehackt, ist stärker sauer (2,18 %), weil durch die Bodenbearbeitung die stärker sauren tieferen, aus unzersetztem Moostorf bestehenden Schichten an die Oberfläche gebracht worden sind. Aus demselben Grunde ist dieses die abgemullte Fläche VIII, von der die Heidehumusschicht bis auf den Moostorf abgetragen worden ist. Das völlig durch Brandkultur erschöpfte Land, Fläche VII, steht in seinem Gehalt an freien Humussäuren dem nichtgebrochenen Heideland (XIII) nahe, obwohl auch hier die sog. Heidehumusschicht durch die Brandkultur entfernt ist. Wir gehen wohl nicht fehl, die Abnahme der Acidität des nach dem Brennen die Oberfläche bildenden Moostorfs dem Prozess des Brennens und

der Einwirkung der durch das Brennen sich bildenden basisch wirkenden Aschenbestandteile des Moores auf die saure Moormasse zuzuschreiben. Die Stalldüngerzufuhr drückt den Säuregehalt des Bodens ebenfalls herab und es ist bei Fläche I und III eine deutliche Abnahme desselben mit der Dauer der Kultur zu bemerken. Der geringe Gehalt des ebenfalls abgemullten Landes, Fläche XIV, die vorher lange Jahre als Acker genutzt wurde, ist wohl auf die Veränderungen zurückzuführen, die in den obersten Lagen des Moostorfuntergrundes durch die Kultur der Oberflächenschicht verursacht werden. Der Säuregehalt des nichtgekalkten Landes (Fläche V) erhält sich noch auf einer beträchtlichen Höhe (0,80 %), wenn dasselbe auch sehr lange Zeit mit Stalldünger bewirtschaftet wird. Erst die regelrechte Kalkung oder Mergelung entsprechend 4000 *kg* Kalk (CaO) pro *ha* erniedrigt sehr stark den Gehalt des Bodens an freien Humussäuren. Den niedrigsten Betrag erreicht derselbe auf der neu aus Heide kultivierten Fläche XI (siehe die Feldversuche Seite 47), auf der Mergel in staubfeiner Mahlung auf das innigste mit der Oberflächenschicht vermischt worden war. Auf den abgetorften Flächen (IX und X) sowie den Ackerflächen XV und XVI, deren Boden zu den Vegetationsversuchen des Jahres 1897 diente, scheint die von den Kolonisten ausgeführte, ihrer Menge nach nicht bekannte Kalk- oder Mergelzufuhr etwas schwach ausgefallen zu sein.

Bei der Bestimmung der Löslichkeit der Phosphate in den verschiedenen Böden war der Umstand zu berücksichtigen, dass aus denselben, soweit sie gedüngt waren, mit Wasser wägbare Mengen von Phosphorsäure in Lösung gingen. Es wurde daher unter Einhaltung derselben Verhältnisse zwischen Moor und Flüssigkeitsmenge wie bei den Aufschliessungsversuchen die aus dem Boden in Lösung gehende Menge Phosphorsäure bestimmt und das gefundene Quantum von dem beim Aufschliessungsversuch ermittelten abgezogen.[1]) Die Ergebnisse der Versuche sind in der folgenden Zusammenstellung aufgeführt. Dort, wo die Zahlen fehlen, konnten aus Mangel an Boden Versuche nicht angestellt werden. Um einen Einblick in die durch die Kultur bei den verschiedenen Böden verursachten Veränderungen zu gewinnen, ist in den Proben derselben der Gehalt an Asche und an in Salzsäure Löslichem ermittelt worden. Das Ergebnis dieser Bestimmungen ist ebenfalls in die Zusammenstellung eingefügt. Es wurden diese Bestimmungen ferner in der Absicht ausgeführt, etwaige Beziehungen zwischen der Absorption von Phosphorsäure durch die einzelnen Böden und ihrem

[1]) Ganz einwandfrei ist das Verfahren nur dann, wenn bei Gegenwart des Phosphates oder der aus demselben in Lösung gehenden Phosphorsäure ebenso viel Phosphorsäure vom Boden abgegeben wird, wie an dieselbe Wassermenge allein. Es ist das wahrscheinlich nicht ganz genau der Fall. Bei Extraktion des Bodens mit Wasser wird zwischen der Lösung bestimmter Stoffe aus dem Boden im Wasser und der vom Boden absorbierten Menge derselben ein Gleichgewichtszustand eintreten, der von der Menge der gelösten oder absorbierten Stoffe beeinflusst wird, und diese Verhältnisse sind nach Zusatz des Phosphates zum Boden andere, als bei Behandlung des Bodens mit Wasser allein. Vor der Hand blieb jedoch nichts anderes übrig, als in der angedeuteten Weise den verschiedenen Gehalt der einzelnen Böden an löslicher Phosphorsäure in Rechnung zu setzen.

Gehalt an in Salzsäure löslichen Stoffen aufzufinden. Das in Salzsäure Lösliche besteht vorwiegend aus Kalk, Magnesia und Eisen, Stoffe, denen ein Einfluss auf die Absorption von gelöster Phosphorsäure zugeschrieben werden muss. Die Anreicherung des Bodens mit in Salzsäure löslichen Substanzen in der Asche durch Kultur und Düngung, namentlich durch die Kalkung oder Mergelung, tritt deutlich hervor.

Um zu erfahren, ob die Fähigkeit der einzelnen Böden, Phosphorsäure, die durch die Humussäure des Bodens aus Rohphosphaten gelöst worden ist, durch Absorption wieder fester zu binden und dadurch unlöslich zu machen, verschieden stark ist, und weiterhin, wenn möglich, den Einfluss festzustellen, den diese Absorption auf das Ergebnis der nach dem beschriebenen Verfahren angestellten Aufschliessungsversuche ausübte, wurden folgende Versuche angestellt:

Durch Einwirkung stark sauren Moostorfes auf Algierphosphat bei Gegenwart von Wasser (50 *g* trocken gedachtes Moor auf 1 *g* Algierphosphat) wurde eine phosphorsäurehaltige Lösung gewonnen, die in 351 *ccm* genau 0,100 *g* Phosphorsäure enthielt. Diese Lösung liess man auf eine 50 *g* trockenen Moores entsprechende Menge frischer Masse der einzelnen Böden einwirken unter Zusatz von so viel Wasser bei Berücksichtigung des bereits im Boden vorhandenen, dass schliesslich auf 50 *g* Moortrockensubstanz 750 *ccm* Wasser und darin 100 *mg* Phosphorsäure kamen. Die Dauer der Einwirkung betrug 3 mal 24 Stunden. Aus dem Gemische wurde möglichst viel Flüssigkeit abfiltriert, darin die Phosphorsäure bestimmt und das Manko an 100 *mg*, das sich bei Berechnung auf die Gesamtflüssigkeit des Moorflüssigkeitsgemisches ergab, als absorbiert angesehen. Die mit Wasser allein in Lösung gehende Menge Phosphorsäure wurde hierbei berücksichtigt. Das Ergebnis dieser Absorptionsversuche ist in der vorletzten Reihe der Zusammenstellung aufgeführt. Die Fähigkeit der einzelnen Böden, Phosphorsäure, die durch Humussäure in lösliche Form gebracht worden ist, wieder zu absorbieren, ist sehr verschieden, bei einzelnen so gering (X), dass der Ausschlag innerhalb der Fehlergrenzen liegt, bei anderen so stark, dass über die Hälfte der gebotenen Phosphorsäure festgehalten worden ist.

(Siehe Tabelle Seite 409.)

Regelmässige Beziehungen zwischen der Stärke der Absorption und dem Gehalt des Bodens an in Salzsäure löslichen Stoffen treten nicht hervor. Allerdings ist die Absorption in einer Reihe von Fällen besonders stark bei den Böden, die einen hohen Prozentsatz in Salzsäure löslicher Stoffe besitzen, wie bei No. IV, XI, V und XV, in anderen Fällen jedoch trotz eines solchen verhältnismässig gering, so namentlich bei Boden X. Die Stärke der Absorption wird in hohem Grade, von anderem abgesehen, davon abhängen, wie stark der betreffende Boden bereits mit Phosphorsäure durch Düngung angereichert ist, wie weit sein Absorptionsvermögen für Phosphorsäure dadurch erschöpft ist. Wahrscheinlich war letzteres in dem Boden X nahezu eingetreten, da auch der Gehalt desselben an Phosphorsäure, 0,18 % in der Trockensubstanz, auf eine starke Anreicherung des Bodens mit solcher hindeutet.

No. des Bodens	Bezeichnung des Bodens	Aus 50 *g* trocken gedachten Bodens gehen mit 750 *ccm* Wasser in Lösung *mg*	In Prozenten der gebotenen Phosphorsäure gelöst aus			100 Teile Boden enthalten (in der Trockensubstanz)			Von 100 Teilen gelöster Phosphors. wurden absorbiert %	Gehalt der Moortrockensubstanz an freien Humussäuren %
			Thomasmehl 1	Algierphosphat	präpar. Phosphatmehl	Asche	in Salzsäure Unlösliches	in Salzsäure Lösliches		
I	Ausgebr. Moor ohne Kalk, 1 Jahr Stalldünger . . .	6,9	42,88	68,32	42,56	15,15	12,61	2,54	35,36	1,37
II	„ „ „ „ 3 „ „ . . .	8,5	39,36	58,08	34,08	14,79	12,15	2,64	44,72	1,36
III	„ „ „ „ 6 „ „ . . .	8,3	31,20	53,28	27,68	20,55	17,56	2,99	38,24	1,16
IV	Vor 5 Jahren gemergelt	2,7	6,08	1,28	0,80	17,82	12,76	5,06	55,28	0,30
V	Nichtgekalktes altes Land	3,5	11,68	22,08	8,32	36,92	33,34	3,58	48,48	0,80
VI	Altes Land, vor 1 Jahr gekalkt	2,9	12,00	13,60	0,80	35,60	31,94	3,66	33,76	0,27
VII	Völlig ausgebranntes Land	6,0	58,37	39,55	40,90	13,77	11,41	2,36	45,33	1,82
VIII	Abgemulltes Land[1])	3,0	—	—	99,61	1,79	0,57	1,22	—	2,13
IX	Abgetorfte Fläche, vor 2 Jahren gekalkt	7,2	24,48	24,80	5,12	13,97	9,47	4,50	—	0,64
X	„ „ „ 1 Jahr „	3,8	30,40	25,92	8,64	12,07	7,61	4,46	0,74	0,56
XI	Hochmoorfläche, 1896 gemergelt	2,9	7,68	4,16	—	11,35	5,99	5,36	54,06	0,18
XII	Umgebrochene Heidefläche	0	57,28	71,20	—	8,49	6,77	1,72	—	2,18
XIII	Nicht gebrochene Heidefläche	0	50,24	55,36	54,72	9,33	7,46	1,87	36,98	1,86
XIV	Abgemullte Fläche, vorher Acker	3,0	65,76	85,12	56,00	14,23	11,95	2,28	8,58	1,26
XV	Altes Land, vor 8 Jahren gekalkt	5,0	15,04	19,36	5,12	29,44	25,28	4,16	33,44	0,86
XVI	In jüngerer Zeit gemergelter Acker	6,9	18,08	25,76	5,28	12,05	8,24	3,81	24,48	1,06
XVII	Oberflächenschicht einer nichtkultivierten Heidefläche	2,4	76,00	94,72	84,16	10,96	8,85	2,11	5,28	1,92

[1]) Die hohe Wasseraufsaugungsfähigkeit des Bodens nötigte dazu, hier ausnahmsweise statt 750 *ccm* 1500 *ccm* Flüssigkeit zu verwenden, um eine für die Analyse genügende Menge Filtrat zu erhalten.

Wenden wir uns nun zur Erörterung der Hauptfrage nach der Abhängigkeit der Löslichkeit der Phosphorsäure der verschiedenen Phosphate von dem Gehalt des Bodens an freien Humussäuren. Schon die oberflächliche Betrachtung der in den Reihen 3, 4 und 5 aufgeführten Zahlen zeigt, dass im allgemeinen mit dem Gehalt des Bodens an freien Humussäuren die Löslichkeit der Phosphorsäure der einzelnen Phosphate gestiegen ist, dass jedoch diese Zunahme nur in einigen Fällen der Zunahme der Acidität des Bodens befriedigend entspricht und dass in einer Reihe von Fällen sogar bei höherer Acidität des Bodens weniger Phosphorsäure als gelöst bestimmt worden ist, wie bei geringerer Acidität. Es ist nun der Versuch gemacht worden, die verschieden starke Wirkung der Absorption in Rechnung zu setzen, indem die Annahme zu Grunde gelegt wurde, dass bei der Behandlung der verschiedenen Phosphate mit den verschiedenen Moorböden die Stärke der Absorption für dieselbe Menge der durch die Humussäuren gelösten Phosphorsäure die gleiche sei, wie bei dem direkt angestellten Absorptionsversuch.[1]) In den folgenden Tabellen sind die hiernach berechneten Mengen Phosphorsäure, die durch Einwirkung des Moorbodens zunächst aus den verschiedenen Phosphaten gelöst worden sind, dann jedoch z. T. durch Absorption wieder unlöslich wurden, in Prozenten der verwendeten Menge angegeben und hierbei die Böden nach steigendem Gehalt an freien Humussäuren geordnet worden.

No. des Bodens	Gehalt des Bodens an freien Humussäuren	Gelöste Phosphorsäure: Thomasmehl 1	Algierphosphat	Präpariertes Phosphatmehl
	%	%	%	%
XI	0,18	16,7	9,0	—
VI	0,27	18,1	20,5	1,2
IV	0,30	13,6	2,9	1,8
X	0,56	30,6	26,1	8,7
V	0,80	22,6	42,8	16,1
XV	0,86	22,6	29,1	7,7
XVI	1,06	23,9	34,1	7,0
III	1,16	50,6	86,3	44,8
XIV	1,26	71,9	93,7	61,3
II	1,36	71,2	105,1	61,6
I	1,37	66,3	105,7	65,8
VII	1,82	106,8	72,3	74,8
XIII	1,86	79,7	87,0	86,8
XVII	1,92	80,2	100	88,9

Dass die Grundlagen für die ausgeführte Berechnung nicht völlig zutreffend sind, geht daraus hervor, dass in einigen Fällen unmögliche Werte, die 100 etwas übersteigen, gefunden wurden. Immerhin stellt sich zwischen

[1]) Die Berechnung wurde in der Art ausgeführt, dass z. B. bei Boden I eine Absorption von 35,36 % auf 64,64 % gelöste Phosphorsäure angenommen und dementsprechend die Absorption für 42,88 %, 68,32 %, 42,56 % gelöste Phosphorsäure berechnet wurde.

den so berechneten Zahlen und der Acidität des Bodens eine bessere Übereinstimmung ein, als wenn die Absorption nicht berücksichtigt wird. Bei dem präparierten Phosphatmehl ist die Reihenfolge der Böden, die nach steigender Acidität und nach steigender Lösungsfähigkeit für Phosphorsäure geordnet sind, dieselbe, wenn wir von No. XV und XVI absehen.

Viel geringer ist die Übereinstimmung bei dem Algierphosphat und noch geringer bei dem Thomasmehl 1. In allen Reihen ist zwar unverkennbar die Löslichkeit der Phosphorsäure in den stärker sauren Böden im allgemeinen beträchtlich höher, als in den schwächer sauren. Nur in vereinzelten Fällen erfolgt jedoch die Zunahme der Lösungsfähigkeit für Phosphorsäure in demselben Verhältnis, wie diejenige des Säuregehaltes. Wir dürfen wohl annehmen, dass in den verschiedenartig zusammengesetzten Böden die aus den Phosphaten verschiedener Beschaffenheit zunächst durch den Einfluss der Humussäure in Lösung gebrachte Phosphorsäure nicht ganz in derselben Weise durch Absorption wieder unlöslich geworden ist, wie durch die Versuche mit der aus Algierphosphat durch Einwirkung des Moorbodens hergestellten Lösung ermittelt worden ist. Beim Thomasmehl werden die Verhältnisse noch dadurch verwickelter, dass in demselben die Phosphorsäure in sehr verschiedenem Grade der Löslichkeit vorhanden ist, als citratlösliche und als nichtcitratlösliche. Die erstgenannte bleibt auch in dem verhältnismässig stark entsäuerten Boden ziemlich löslich (siehe auch S. 398), während wir auf Grund auch der in der letzten Tabelle zusammengestellten Versuche in Übereinstimmung mit den früher gezogenen Schlüssen annehmen müssen, dass *die nichtcitratlösliche Phosphorsäure des Thomasmehles 1 nicht einmal so löslich in den Agentien des Moorbodens ist, wie die des Algierphosphates oder des präparierten Phosphatmehles in einer Anzahl von Fällen;* denn da wir die citratlösliche Phosphorsäure als leichter löslich betrachten müssen, musste die aus Thomasmehl 1, das über 37 % citratlösliche Phosphorsäure enthält, durch den Moorboden gelöste Phosphorsäuremenge die aus den übrigen Phosphaten durchgehends in weit höherem Grade übertreffen, als es der Fall ist. Bei dem Vergleich der Löslichkeit verschiedener Phosphate in demselben Boden ist allerdings in Betracht zu ziehen, dass der Gehalt derselben an basisch wirkenden Stoffen nicht der gleiche ist, dass also in der mit dem Moor vermischten Phosphatmenge nicht genau die gleichen Mengen entsäuernd wirkender Stoffe zugeführt werden. Bei den vorstehenden Versuchen ist das Quantum, das überhaupt zur Verwendung gelangt, so gering, dass dadurch das Ergebnis nicht beeinflusst wird, selbst wenn die Unterschiede im Gehalt der einzelnen Phosphate an basisch wirkenden Stoffen grösser wären, als sie es, von einigen abgesehen, in der That sind. Namentlich sind die Unterschiede in der Richtung zwischen Algierphosphat und präpariertem Phosphatmehl sehr gering. Die bei den vorstehenden Versuchen angewendeten Mengen der genannten Phosphate enthalten:

Algierphosphat	0,0265 *g*	Kohlensäure,
präpariertes Phosphatmehl .	0,0173 „	„

eine Differenz im Gehalt an basisch wirkenden Substanzen, die dem Gehalt des auf die Phosphate einwirkenden Bodens an freier Humussäure gegenüber nicht ins Gewicht fällt. Einen etwas grösseren Gehalt an basisch wirkenden Substanzen hatten von den zu obigen Versuchen benutzten Phosphaten nur Ciply- und Sommephosphat; die zum Aufschliessungsversuch verwendete Menge enthielt bei:

Ciplyphosphat	0,1074 *g*	Kohlensäure,
Sommephosphat	0,0973 „	„

bei den übrigen in dem jedesmal benutzten Quantum:

Floridaphosphat	0,0070 *g*	Kohlensäure.
Karolinaphosphat	0,0190 „	„
Peace River	0,0130 „	„
Mexiko	0,0004 „	„
Aruba	0,0127 „	„
Aves-Guano	0,0088 „	„
Phosphat aus dem südlichen Frankreich	0,0392 „	„

In einem stark entsäuerten Boden wird der Gehalt der kohlensäurereicheren Phosphate an entsäuernd wirkenden Stoffen nicht ohne Einfluss auf die Löslichkeit des Phosphates sein, da der kleine Rest vorhandener freier Humussäuren dadurch neutralisiert werden kann. Bei den Seite 398 mitgeteilten Versuchen ist z. B. durch einen Zusatz von 2 % Kalk zur trocken gedachten Moorsubstanz eine 1,57 % Kohlensäure entsprechende Menge Humussäure gebunden worden, so dass bei einem Gehalt des Bodens von 1,74 % ein Rest von 0,17 %, entsprechend einer 0,08 *g* Kohlensäure äquivalenten Menge freier Humussäure in 50 *g* Boden, trocken gedacht, zurückblieb. Wird in dem mit dem Boden vermischten Phosphat wie bei dem Ciply- oder Sommephosphat ein Quantum basisch wirkender Stoffe zugeführt, das den Rest an freier Humussäure völlig zu binden vermag, so kann von einer Einwirkung derselben auf das Phosphat keine Rede mehr sein. Bei grossem Gehalt des Bodens an freien Humussäuren fällt diese Nebenwirkung der im Phosphat vorhandenen Mengen nicht so sehr ins Gewicht. So erscheint z. B. die Löslichkeit des Ciplyphosphates in dem nichtgekalkten Boden sehr hoch.

Die Hauptergebnisse der vorstehend mitgeteilten Versuche lassen sich wie folgt zusammenfassen:

1. Die Hauptursache für das Löslichwerden von Phosphorsäure aus den im Wasser nicht löslichen Phosphaten im Hochmoorboden ist, wie vorstehende Versuche in Übereinstimmung mit früheren zeigen, die Gegenwart freier Humussäuren. Werden dieselben durch Zusatz basisch wirkender Stoffe genau neutralisiert, so verschwindet das Lösungsvermögen des Hochmoorbodens für schwerlösliche Phosphate.

2. Die Mengen an gelöster Phosphorsäure sind im allgemeinen um so höher, je grösser der Gehalt des Bodens an freien Humussäuren. Die Kalkung in der für Hochmoorboden üblichen Stärke vermindert stark das

Lösungsvermögen für Phosphate. Nur die Phosphorsäure der Thomasmehle bleibt auch in dem stark entsäuerten oder von ungebundenen Humussäuren freien Boden zu einem Teil noch verhältnismässig leicht löslich.

3. Die nichtcitratlösliche Phosphorsäure der Thomasschlacke besitzt keine grössere Löslichkeit im Hochmoorboden, als die der Rohphosphate; im Gegenteil, sie steht hinter einer Reihe derselben an Löslichkeit zurück und scheint um so löslicher in dem teilweise entsäuerten Boden, je besser citratlöslich die ursprüngliche Schlacke war. Bei längerer Dauer der Einwirkung von Moorboden auf Thomasmehle von verschiedener Citratlöslichkeit wird das Verhältnis der Löslichkeit derselben im Moorboden nicht merkbar zu Gunsten der schwerer citratlöslichen Schlacken verschoben.

4. Wenn auch eine Erhöhung der Löslichkeit verschiedener Phosphate mit steigendem Gehalt an freien Humussäuren unverkennbar ist, wird die zahlenmässige Übereinstimmung doch gestört durch die Absorption von Phosphorsäure durch den Boden selbst, dessen Humussäuren dieselbe vorher aus den Phosphaten in Lösung geführt haben. Für eine endgültige Klärung der Frage ist eine genauere Erforschung der Absorptionsvorgänge im Moorboden nötig.

VI. Zweck, Wert und Methode von Feldversuchen auf Moorboden.

Von

Br. Tacke.

Feldversuche nehmen in der Thätigkeit der Moor-Versuchs-Station von Anfang an einen breiten Raum ein und sind seit langem für die Erforschung einer grossen Zahl für die Moorkultur wichtigster Fragen mit Erfolg benutzt worden, so dass es angebracht erscheint, den Zweck und Wert, sowie die Methode, wie sie sich auf Grund der neuesten Erfahrungen gestaltet hat, im Zusammenhang eingehend darzustellen.

Um von vornherein jedes Missverständnis auszuschliessen, sei hervorgehoben, dass es sich bei den nachfolgenden Besprechungen nicht um den sogenannten *Demonstrationsversuch* im Felde handelt, der eine belehrende und erziehliche Wirkung auf die landwirtschaftliche Bevölkerung ausüben soll, noch um den sogenannten *praktischen Feldversuch*, dessen Zweck in erster Linie Fragen nach dem wirtschaftlichen Erfolg sind — auch Versuche beiderlei Art werden von der Moor-Versuchs-Station in grösserem Umfang angestellt —, sondern um den nach wissenschaftlichen Grundsätzen angestellten Kulturversuch im freien Felde, *den exakten Feldversuch*, wie ihn Hellriegel[1]) in seiner hinterlassenen geistvollen Studie: „Düngungsversuch und Vegetationsversuch“ auffasst. Zweck und Ziel der Feldversuche im bezeichneten Sinne werden sich klarer darstellen lassen, wenn wir kurz die wichstigsten Bedingungen für das Wachstum der Pflanzen zusammenfassen. Diese sind:

a) Die Vegetationsbedingungen in dem den Pflanzenwurzeln zugewiesenen Medium, dem *Boden*, dessen physikalische, chemische und physiologische Verhältnisse. Unter letztgenannten mögen die für das Gedeihen der Pflanzen unter Umständen sehr wichtigen Wirkungen bestimmter, im natürlichen Boden vorhandener höherer oder niederer Lebewesen (Würmer, Bakterien) verstanden sein.

[1]) Hellriegel, Arbeiten der deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft, Heft 24. Hinzuweisen ist hier namentlich auf die umfassende Darstellung, auch der historischen Entwicklung dieses Gegenstandes durch F. Wohltmann, Berichte des landw. Instituts der Universität Halle, 7. Heft, 1897.

b) Die Vegetationsbedingungen in dem Medium für die oberirdischen Organe der Pflanzen, der *Atmosphäre.* Hierher sind die meteorologischen und klimatischen Verhältnisse und deren Einfluss, sowie die daraus sich ergebenden Folgerungen zu rechnen.

c) Die Wachstumsbedingungen, wie sie in den individuellen Eigenschaften der einzelnen Pflanzenspecies selbst (Art, Spielart, Vegetationsdauer, Wärme- und Licht-Bedürfnis, Widerstandsfähigkeit unter ungünstigen Verhältnissen u. s. w.) begründet liegen.

Zweck der exakten Feldversuche ist es, daran mitzuhelfen, den Einfluss der einzelnen Faktoren unter den Verhältnissen des freien Landes auf das Gedeihen der Pflanzen zu erkennen und, soweit diese menschlicher Beeinflussung zugänglich sind, die Wirkung dieser Beeinflussung zu ermitteln und wenn möglich zu messen.

Alle diese Faktoren für das Wachstum der Pflanzen wirken jedoch nicht getrennt, sondern neben- und nacheinander, und der Effekt, die am Ende der Entwicklung (im landwirtschaftlichen Sinne) erzeugte Pflanzenmasse mit allen ihren Eigenschaften, ist die Resultierende aller der unter die 3 genannten Gruppen zusammengefassten Kräfte. Dieselben sind zu einem grossen Teil überhaupt in ihrer Natur und ihren Wirkungen noch unbekannt, zu einem nicht minder grossen, wenn auch ihre Wichtigkeit für die Vegetation im allgemeinen feststeht, jeder messenden oder rechnenden Behandlung unzugänglich. Erscheint es nun nicht von vornherein aussichtslos, einen derartig verwickelten Vorgang zum Gegenstand eines Experimentes zu machen? Das Experiment soll doch nicht allein die Thatsachen der Erkenntnis überhaupt vermehren, sondern „in jedem einzelnen Versuch nur eine bestimmte, genau bekannte Anzahl von Bedingungen zur Wirksamkeit zulassen, womöglich ferner diese Bedingungen so sondern, dass in jedem Versuch nur *eine* wirksam ist und ihr *reines* Resultat giebt, oder dass wenigstens in jedem Versuch eine *geringe* Anzahl Bedingungen zusammenwirken, mithin durch Vergleichung auf dem Wege der Elimination sich der Anteil jeder einzelnen Bedingung an dem Gesamtresultat bestimmen lässt. Endlich sucht das Experiment noch besonders die *Messbarkeit* der Grössen der Bedingungen und deren Erfolge zu sichern“.

Es ist von vornherein zuzugeben, dass auch der sogen. exakte Feldversuch diesen Forderungen für das exakte wissenschaftliche Experiment immer nur annäherungsweise genügen kann. Er soll jedoch versuchen, soweit es nur eben möglich ist, der Erfüllung dieser Forderungen durch die Versuchsanordnung nahe zu kommen. Vor allem muss dann durch Wiederholung der Versuche unter Verhältnissen, unter denen wir eine Verschiedenheit der unbekannten oder nichtbeherrschbaren Einflüsse sicher annehmen dürfen, der Beweis erbracht werden, dass die Wirkung des zu untersuchenden Wachstumsfaktors stets in ihrem messbaren Betrage in genügender Stärke eintritt. Was die Wissenschaftlichkeit der Methode betrifft, so wird der exakte Feldversuch darin stets hinter dem exakten naturwissenschaftlichen Experiment zurückstehen; seine Bedeutung auch

als Mittel der Forschung ist trotzdem eine sehr grosse, wie ja überhaupt Bedeutung und Wissenschaftlichkeit vieler naturwissenschaftlicher Thätigkeiten häufig sich nicht entsprechen. Es wird z. B. niemand die ungeheure Bedeutung der analytischen Chemie für die Entwicklung der Chemie überhaupt leugnen wollen, andererseits ist jedoch nicht zu bestreiten, dass dieser Zweig chemischer Wissenschaft in seinen rezeptartigen, das Bedürfnis nach Erkennen der Kausalität vielfach so wenig befriedigenden Vorschriften neben anderen bisher viel weniger bedeutungsvollen Disziplinen in seiner wissenschaftlichen Grundlage sehr weit zurücksteht und die rein wissenschaftliche Chemie erst in neuester Zeit mit Erfolg versucht, die allgemeinen Gesetze zu erforschen, die den in der analytischen Chemie seit langem benutzten Reaktionen zu Grunde liegen.

Wenn bei Anstellung des exakten Feldversuches die Grundregeln jedes naturwissenschaftlichen Experimentes berücksichtigt werden, soweit es mit einem noch zu rechtfertigenden Aufwand von Arbeitskraft und Kosten möglich ist, insbesonders der Plan ein klarer ist und die Fehlergrenzen ermittelt werden, so wird er gemeinsam mit den übrigen Hilfsmitteln der Forschung ausserordentlich wertvolle Ergebnisse liefern können.

Der *Felddüngungsversuch* stellt nur einen Teil des oben kurz angedeuteten grossen Gebietes der Feldversuche, wenn auch einen ausserordentlich wichtigen, dar. Gerade aber über seinen Wert sind die Meinungen vielfach auseinander gegangen. Dem im dargelegten Sinne exakten Felddüngungsversuch wird man im allgemeinen denselben Wert für die Erforschung der betreffenden Fragen einräumen müssen, wie dem exakten Feldversuch überhaupt; er wird bei richtiger Anstellung im Verein mit Gefässversuchen und chemischen und physikalischen Untersuchungen im Laboratorium ein *wertvolles* und *unentbehrliches* Instrument für die Forschung sein. Was namentlich sein Verhältnis zu dem Gefässversuch, dem „agrikulturchemischen Düngungsversuch“ im Sinne WAGNER's[1]) betrifft, so soll er und muss er denselben notwendigerweise ergänzen. Die durch exakte Vegetationsversuche, „agrikulturchemische Düngungsversuche“, ermittelten Thatsachen sind unter Bedingungen gewonnen, die von den natürlichen nach mancher Richtung unter Umständen weit abweichen. Eine unmittelbare Übertragung der Ergebnisse auf die Verhältnisse des freien Landes ist vielfach nicht möglich. WAGNER hebt mit Recht hervor, dass der exakte Felddüngungsversuch nicht die Ergebnisse des Vegetationsversuches auf ihre Richtigkeit zu prüfen vermag, aber er soll prüfen, *ob und inwieweit sie auf die Verhältnisse des praktischen Ackerbaues direkt übertragbar sind.* Eine derartige Prüfung ist um so unerlässlicher, je weiter sich die Bedingungen bei dem agrikulturchemischen Düngungsversuch von den in der freien Natur obwaltenden entfernen. Der Umstand, dass nach dieser Richtung bei Moorboden mit seinen eigentümlichen natürlichen oder durch Kunst geschaffenen Bodenverhältnissen die Unterschiede zwischen dem

[1]) Landwirtschaftl. Jahrbücher 1883, Bd. 12, Seite 583.

Vegetationsversuch in Gefässen und dem Feldversuch viel grösser sind, als bei anderen Bodenarten, kann nur den Wert exakter Felddüngungsversuche für den Moorboden erhöhen, ebenso wie die Stärke, mit der die verschiedenen Moorböden bei ihrer grossen Armut an bestimmten Pflanzennährstoffen auf eine Zufuhr von solchen reagieren, bei Felddüngungsversuchen auf Moorboden in der Regel viel grössere Ausschläge verursacht, als bei Mineralboden, und dadurch das Resultat durch die mit derartigen Versuchen nun einmal verbundenen Fehler in geringerem Grade beeinflusst wird. Feldversuche in diesem Sinne und agrikulturchemische Düngungsversuche sind, wie Hellriegel hervorhebt, keine Konkurrenzmethoden, sondern geeignet, im Verein mit der streng physiologischen Forschung und chemischen und physikalischen Untersuchung die Düngelehre zu immer grösserer Vervollkommnung zu führen. Namentlich ist die befruchtende Wirkung der verschiedenen Methoden aufeinander nicht gering anzuschlagen. Die Probleme, um deren Erforschung es sich handelt, sind vielfach so verwickelt, dass es nur von Gewinn sein kann, von verschiedenen Seiten an ihre Lösung heranzugehen; die Widersprüche und Rätsel, die bei den Versuchen nach der einen und anderen Art auftreten, geben zu weiterer Vertiefung in die gestellte Aufgabe stetig neue Anregung und neue Gesichtspunkte. Wer einmal versucht hat, irgend eine Frage gleichmässig mit Hilfe der verschiedenen Methoden zu bearbeiten, wird des wertvollen Hilfsmittels, das gerade auch die exakten Feldversuche hierbei bieten, nicht mehr entraten wollen. Es ist mir nicht wahrscheinlich, dass z. B. eine Reihe wichtiger Fragen, die für die Erforschung des Moorbodens und die Ausbildung der Düngelehre für denselben sich von grösster Bedeutung erwiesen haben, ohne Zuhilfenahme exakter Feldversuche jemals aufgetaucht wären. Erinnert sei nur an die unter Umständen schädliche Wirkung der Kalkzufuhr auf Moorböden, die Wirkung des Moorbrennens und andere Beobachtungen, die zuerst bei Feldversuchen gemacht wurden und deren weitere Verfolgung mittels der verschiedenen Methoden der Forschung zu wichtigen Ergebnissen für die Chemie und für die Düngung des Moobodens geführt haben.

Für die Beantwortung einer grossen Zahl der oben kurz angedeuteten Fragen der Pflanzenproduktion ist bis jetzt der exakte Feldversuch überhaupt völlig unentbehrlich. Dies gilt besonders von der Wirkung bestimmter natürlicher, physikalischer Bodenverhältnisse und deren Beeinflussung durch Kulturmassnahmen. Die neueren Erfahrungen, namentlich auf Hochmoorboden, drängen immer mehr dazu, der Erforschung dieser Verhältnisse eine nicht weniger grosse Bedeutung beizulegen, wie dem Ausbau der Düngungslehre.

Fragen der Rentabilität sollen im allgemeinen durch diese Art von Feldversuchen nicht entschieden werden, obwohl sie nicht grundsätzlich ausgeschlossen zu werden brauchen. Es ist nicht abzusehen, warum ein nach allen Regeln der Kunst angestellter, exakter vergleichender Feldversuch, z. B. mit dem Anbau verschiedener Getreidespielarten, über die Wirkung bestimmter Düngemittel u. s. w., nicht auch über den wirtschaft-

lichen Erfolg Aufschluss liefern soll. Im Grunde genommen beruht ja doch die Unterscheidung in *exakte* Versuche und *praktische* Versuche nur auf der Unvollkommenheit unserer Erkenntnis. Drängen wir in die Probleme des Pflanzenwachstums so tief ein, wie es als ideales, jedoch nie zu erreichendes Ziel der naturwissenschaftlichen Forschung vorschweben muss, zu der Fähigkeit, jeden Faktor der Pflanzenentwickelung nach Mass und Grösse, an jedem Ort, zu jeder Zeit und schnell in seiner Wirkung festzustellen und die Wirkung aller Faktoren rechnerisch in eine Formel zusammenzufassen, die das Resultat an einem bestimmten, beliebig gewählten Punkte der Entwickelung liefert, so genügte die Erreichung des höchsten Zieles der Wissenschaft in denkbar vollkommener Weise dem Bedürfnis der Praxis.

Die Grundlagen für die Ausführung exakter Feldversuche sind im allgemeinen durch die Arbeiten namhafter Forscher geschaffen worden[1]). Aufgabe des folgenden soll es sein, die besonderen Erfahrungen, die auf diesem Gebiete für die Moorböden gemacht worden sind, zusammenzufassen und daran die Vorschläge für die Ausführung exakter Feldversuche für diese Bodenart zu knüpfen. Die Forderungen, die an eine exakte Methode des Düngungsversuches zu stellen sind, fasst Wagner[2]) scharf wie folgt zusammen:

1. Gleichstellung aller Produktionsfaktoren, insbesonders auch des Faktors Bodenfeuchtigkeit, mit alleiniger Ausnahme des zu prüfenden.

2. Herabminderung der Versuchsfehler durch Addition der Resultate einer genügenden Anzahl von Parallelversuchen, sowie durch möglichste Herstellung des rel. Maximums bezw. Optimums aller Produktionsfaktoren mit Ausnahme des zu prüfenden.

3. Feststellung der Fehlergrenzen.

Wir wollen versuchen darzustellen, wie der exakte Feldversuch im allgemeinen und der exakte Felddüngungsversuch im besonderen auf Moorboden diesen Forderungen möglichst nahe kommen kann. Was zunächst den Produktionsfaktor *Boden* betrifft, so ist schon von Fleischer[3]) eingehend dargelegt worden, dass der Hochmoorboden, wie er zu derartigen Versuchen zur Verfügung steht, in seiner Beschaffenheit sehr viel ungleichmässiger ist, als man seiner Entstehung nach von vornherein anzunehmen geneigt war. Namentlich führt die Entwässerung und deren verschiedener Einfluss in grösserer oder geringerer Entfernung der Gräben, die verschiedene und nur langsam, stückweise vorrückende landwirtschaftliche oder torftechnische Nutzung der Moorkolonate grössere Verschiedenheiten in der Bodenbeschaffenheit herbei.

Bei Einrichtung der Versuche kommt es daher sehr darauf an, so weit wie eben möglich die Vorgeschichte des Feldes festzustellen. Werden die

[1]) Vergleiche nach der Richtung die historische Darstellung bei Wohltmann a. a. O.
[2]) A. a. O., S. 744.
[3]) 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station S. 66 ff.

Versuche, wie es bei dem neuen Versuchsfeld der Moor-Versuchs-Station im Maibuscher Moor der Fall ist, auf Moorboden angestellt, auf dem meistens eine Nutzung unter Anwendung von Dünger überhaupt noch nicht, sondern nur eine solche zu Brandfruchtbau stattgehabt hat und wo letzterer auf grösseren Flächen mit grösserer Gleichartigkeit geübt worden ist, als in den kleinen Kolonaten der Moorkolonisten, so wird die Gewinnung gleichmässig beschaffener Flächen dadurch wesentlich erleichtert. Im übrigen wird die Ungleichmässigkeit der Versuchsflächen dadurch auszugleichen versucht, dass, ähnlich wie es Drechsler[1]) bereits für Feldversuche vorgeschlagen hat, *„die Parzellen so verteilt werden, dass die natürlichen Ungleichheiten im Boden sich im Durchschnittsresultat mit grösster Wahrscheinlichkeit ausgleichen oder doch in den Einzelresultaten zu Tage treten und berücksichtigt werden können.“* Dass es auf diese Weise möglich ist, Parzellengruppen zu gewinnen, die die durchschnittliche Beschaffenheit der ganzen Versuchsfläche mit befriedigender Genauigkeit darstellen, ist von Fleischer[2]) eingehend dargethan worden. Bei Einteilung der Versuchsflächen in für vergleichende Düngungsversuche zweckmässig etwa 1 *a* grosse (s. darüber w. u.) Einzelparzellen ist ausser auf eine Reihe von Umständen, wie den in der Regel höheren Kulturzustand in der Nähe der Wirtschaftswege, die abweichende Beschaffenheit in der Nähe der tieferen Gräben, besonders auf Gleichmässigkeit der *Bodenoberflächenschicht* und namentlich bei Wiesenversuchen auf Gleichmässigkeit des *Grundwasserstandes*, Rücksicht zu nehmen. Was die Gleichmässigkeit der Oberflächenschicht betrifft, so ist sowohl bei kultiviertem Boden, wie bei solchem, der erst in Kultur genommen wird, die Schaffung und Erhaltung einer *überall gleich tiefen Ackerkrume* von grösster Bedeutung. In dem vorstehenden Bericht über die Feldversuche der Station ist bewiesen worden, dass die Unterschiede, die bei gleichbehandelten Parzellen durch die verschiedene Tiefe der Ackerkrume in den Erträgen verursacht werden können, häufig ebenso gross oder grösser sind, als die bei verschiedener Düngung. Für die Erhaltung einer gleichmässig tiefen Ackerkrume ist es sehr wichtig, dass die Bodenbearbeitung auf der ganzen Versuchsfläche bis zu gleicher Tiefe erfolgt. Wird hiertür Handarbeit benutzt, so führt eine einfache Vorrichtung an den hierzu dienenden Hacken (Verbreiterung der Kopfleiste, Umwickeln des Querstabes mit einem Tau), wodurch ein gleichmässiges Eintreiben bis zu derselben Tiefe gesichert wird, zum Ziel. Bei Gespannarbeit, im besonderen beim Pflügen, wird dasselbe durch Anwendung eines Pfluges mit sogen. Selbstführung, der stets bis zu gleicher Tiefe einschneidet, erreicht. Auf nichtabgetorftem Hochmoorboden macht in der Regel die Auffindung von Flächen mit genügend gleichem Grundwasserstand keine Schwierigkeiten. In der Nähe tieferer Entwässerungszüge sind Randstreifen, deren Breite sich nach der Tiefe der Gräben zu richten hat, von der Versuchsfläche auszuschliessen. Da in dem nichtgebrochenen Moorboden meter-

[1]) Journal für Landwirtschaft 1880, Bd. 28, Seite 248.

[2]) 3. Bericht über die Arbeiten der Moor-Versuchs-Station Seite 69 ff.

tiefe Gräben nur auf verhältnismässig geringe seitliche Entfernung wirken, so genügt unter gewöhnlichen Verhältnissen ein relativ schmaler Schutzstreifen von 4—5 *m* Breite, die Wirkung eines das normale Mass der Entwässerungsgräben auf Hochmoor von 50—60 *cm* nicht allzu weit übersteigenden Grabens aufzuheben.

Bei *Wiesenversuchen* namentlich auf abgetorften Flächen ist ein genaues Nivellement der Oberfläche des Versuchsfeldes und des Grundwasserspiegels nötig, da geringe Differenzen in der Höhe der Oberfläche über dem Grundwasserspiegel starken Einfluss auf den Ertrag haben. Es ist jedoch bei grösster Sorgfalt sehr schwer, grade auf abgetorftem Moor wegen des allmählichen stückweisen Vorschreitens des Abtorfens und der sich hieran anschliessenden Kultivierung der abgetorften Flächen in den nordwestdeutschen Hochmoorkolonien einigermassen gleichmässige Versuchsflächen zu gewinnen, und es ist nötig, die Ungleichmässigkeit derselben durch Anlage möglichst zahlreicher über die Fläche verteilter Einzelparzellen nach Kräften auszugleichen. Wesentlich leichter ist im allgemeinen die Auffindung gleichmässig beschaffener Flächen für Wiesenversuche auf Niederungsmoorboden.

Ein nicht zu unterschätzendes Hilfsmittel, Versuchsflächen auf ihre Gleichartigkeit zu prüfen, bietet die eingehende örtliche Bodenuntersuchung in Verbindung mit der chemischen Analyse. Um eine Vorstellung darüber zu geben, in wie weit Untersuchungen von Bodenproben aus derselben Fläche, die zu verschiedenen Zeiten genommen sind und die durchschnittliche Beschaffenheit der betreffenden Bodenflächen darstellen sollen, untereinander übereinstimmen, sei folgender, nach der Richtung angestellter Versuch mitgeteilt:

Von einer Fläche C des Maibuscher Moores wurden am 17. Juli 1897 und am 24. Juli 1897 Durchschnittsproben aus der Oberflächenschicht von 0 bis 20 *cm* und den tieferen Schichten von 20 bis 35 *cm* mittelst eines besonderen Probestechers[1]) entnommen und auf ihre Zusammensetzung und ihr Volumgewicht mit folgendem Ergebnis untersucht:

	Probe vom 17. Juli 1897.		*Probe vom 24. Juli 1897.*	
	Oberfläche	Tiefere Schicht	Oberfläche	Tiefere Schicht
Gehalt an Trockensubstanz in der frischen Probe . . .	23,18 %	10,95 %	21,15 %	10,34 %
1 *cbm* des natürlichen Bodens enthält an Trockensubstanz[2])	176 *kg*	107 *kg*	168 *kg*	100 *kg*
Die Trockensubstanz enthält:				
Stickstoff	1,32 %	0,95 %	1,41 %	0,93 %
Kalk	0,27 „	0,22 „	0,26 „	0,21 „
Phosphorsäure	0,11 „	0,07 „	0,11 „	0,06 „

[1]) Br. Tacke, Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1896, Bd. 14, Seite 49.

[2]) Auf ganze *kg* abgerundet.

In einer Schicht von 20 *cm* Stärke in der Oberfläche oder in den tieferen Lagen sind enthalten in Kilogramm:[1])

	Probe vom 17. Juli 1897.		Probe vom 24. Juli 1897.	
Stickstoff	4631 *kg*	2025 *kg*	4781 *kg*	1851 *kg*
Kalk	949 „	469 „	875 „	418 „
Phosphorsäure	386 „	149 „	370 „	119 „

Die Übereinstimmung in der prozentischen Zusammensetzung der unabhängig voneinander zu verschiedener Zeit genommenen Proben ist sehr befriedigend, ebenso in den daraus und aus dem Volumgewicht berechneten Zahlen für die in einem bestimmten Bodenraum vorhandene Menge der einzelnen Pflanzennährstoffe, namentlich wenn man berücksichtigt, dass bei der Umrechnung die Zahlen der Analyse mit einem sehr grossen Faktor multipliziert werden. Die Untersuchung richtig genommener Durchschnittsproben des Moorbodens bietet somit ein wertvolles Hilfsmittel, sich über die Gleichartigkeit von Versuchsflächen zu unterrichten, wie auch die Veränderungen in der Zusammensetzung des Bodens durch Kultur und Düngung zu verfolgen, was für viele Versuchsziele ebenfalls sehr wichtig ist. Wir werden hierauf noch weiter unten zurückkommen.

Ein sehr wichtiges Hilfsmittel, eine grössere Gleichartigkeit von Versuchsflächen herbeizuführen, wird sich in der Kalkung des Untergrundes darbieten (siehe S. 182). Dadurch, dass das Wurzelbett durch Entsäuerung des Untergrundes um ein beträchtliches vertieft wird, werden die Unterschiede, die durch verschiedene Tiefe der Ackerkrume und nicht ganz gleichen Grundwasserstand in verschiedenen Teilen einer Versuchsfläche verursacht werden, wesentlich verringert. In den Fällen, in denen das Versuchsziel die Anwendung dieses Hilfsmittels nicht ausschliesst, wird man daher zum Vorteil der Versuche davon Gebrauch machen.

Bei Feldversuchen auf Niederungsmoorboden wird es vielleicht, soweit es auf die Moorbeschaffenheit ankommt, leichter sein, Flächen auszumitteln, auf denen dieselbe eine genügend gleichmässige ist. Handelt es sich jedoch um Anlage von Versuchsflächen auf besandetem Niederungsmoor, auf Rimpauschen Moordammkulturen oder sogenannten Sanddeckkulturen, so kann unter Umständen der Fall eintreten, dass durch die Meliorierung eine Ungleichheit der ursprünglich genügend gleichartigen Flächen verursacht wird, die bei Einrichtung von exakten Feldversuchen Beachtung verlangt.[2]) Selbstverständlich wird vorausgesetzt, dass Moortiefe und Beschaffenheit der tieferen Lagen möglichst gleichmässig sind, da andernfalls durch Über-

[1]) Der Gleichmässigkeit wegen ist die Berechnung des in einem bestimmten Bodenraum vorhandenen Quantums der einzelnen Stoffe auch für eine 20 *cm* starke Schicht der tieferen Lagen berechnet worden, obwohl die Probe nur aus einer 15 *cm* starken Schicht genommen ist.

[2]) Bei Anlage eines neuen Versuchsfeldes auf Niederungsmoor wurden nach der Richtung verschiedene Beobachtungen angestellt.

ebnen des Grabenaushubs Verschiedenheiten hervorgerufen werden, ebenso, dass die Lage der Oberfläche zum Grundwasserstand und deren Beschaffenheit vor der Besandung die gleiche gewesen ist. Wird durch die Gräben der mineralische Untergrund getroffen, so wird dieser häufig nicht gleichmässig über die Beete verteilt, sondern zur Bedeckung eines Streifens entlang den Gräben benutzt, während der mittlere Teil des Beetes mit Sand anderen Ursprungs bedeckt wird. Hierdurch schon treten in den Wachstumverhältnissen einer derartigen Fläche Verschiedenheiten auf, die bei Einrichtung exakter Versuche Beachtung heischen. Bei Gewinnung des Sandes zum Bedecken des Moores von aussen treten in der Sandentnahmestelle nicht selten schichtenweise grössere Unterschiede in der Körnigkeit und dem Thongehalt des Materials auf, die wiederum Unterschiede in der Bodenbeschaffenheit der mit Sand gedeckten Flächen verursachen, denen bei Einrichtung der Feldversuche Rechnung getragen werden muss.

Bei Hochmoorboden, namentlich bei neu kultivierten Flächen, ist es ferner sehr wichtig, dass bereits bei den Vorarbeiten zur Kultur durchaus gleichmässig verfahren wird, da andernfalls, namentlich bei Bearbeitung der Flächen zu verschiedener Zeit, Unterschiede in ihrer physikalischen Beschaffenheit verursacht werden, die sich nur sehr schwer wieder entfernen lassen.

Bei der grossen Armut des Hochmoorbodens an Kalk und der starken Reaktion, die eine Kalkzufuhr auf demselben vervorbringt, ist es besonders für die Gleichmässigkeit der Versuchsflächen wichtig, dass die Kalkung oder Mergelung auf denselben sehr sorgfältig ausgeführt wird. Gebrannter Kalk muss staubfein gelöscht werden, Mergel wird am besten ebenfalls in feinster Mahlung verwendet, das Unterbringen muss genau gleichmässig bis zu gleicher Tiefe geschehen, was bei Gespannarbeit sich nur mit Geräten erreichen lässt, deren Tiefgang reguliert werden kann.

Betreffs der übrigen Wachstumsfaktoren und deren Gleichmachung, soweit sie bei Feldversuchen beherrschbar sind, gelten die für exakte Kulturversuche genügsam erörterten Grundsätze. [1])

Ebenso wichtig wie die Gleichartigkeit der Versuchsfläche zu Beginn der Versuches ist es, dass durch den Versuch selbst entweder keine neuen Verschiedenheiten auf derselben geschaffen werden, oder wenn dieses sich nicht vermeiden lässt, dass die dadurch hervorgerufenen Veränderungen berücksichtigt werden.

Bei Düngungsversuchen über die Wirkung verschiedener Mengen bestimmter Pflanzennährstoffe wird z. B. durch die bessere oder schlechtere Entwickelung der angebauten Früchte auf den vollkommener und weniger

[1]) Vergl. namentlich Hellriegel, Grundlagen des Ackerbaues, Drechsler, Journal für Landwirtschaft 1880, Bd. 25, Seite 243, Wagner ebenda, S. 1, und landw. Jahrbücher 1883, Seite 583, Wohltmann, Berichte des landw. Instituts der Universität Halle, 7. Heft, 1887, Wagner, Düngungsfragen, Heft 4. Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin, 1898.

vollkommen gedüngten Parzellen, durch die verschiedenartige Beanspruchung der Bodenfeuchtigkeit, die verschiedene Beschattung u. s. w. ein Einfluss auf die Bodenbeschaffenheit ausgeübt, der sich bei Fortsetzung des Versuches äussern wird, so dass das Versuchsergebnis dann nicht mehr die reine Wirkung der verschiedenen Düngung darstellt. Werden Leguminosen als Versuchsfrucht verwendet, bei denen noch die stickstoffbereichernde Wirkung und der Einfluss der Bewurzelung auf die physikalische Bodenbeschaffenheit stark hervortritt, so wird auf den besser gedüngten Parzellen, auf denen die Pflanzen sich kräftiger entwickeln, auch für die folgende Frucht das Verhältnis sehr zu Ungunsten der schlechter gedüngten Parzellen verschoben. Die Wirkung einer kräftig gediehenen Leguminose als Vorfrucht lässt sich durch keine Düngung oder Bodenbearbeitung nach unseren Erfahrungen auf Moorboden ausgleichen. Man muss daher bei Versuchen dieser Art Leguminosen als Versuchsfrucht vermeiden, oder wenn man sie anbaut, sich über die Folgen klar werden und auf ein ungetrübtes Bild der Düngerwirkung erst wieder nach Verlauf einer längeren Zeit rechnen.

Eine starke Grunddüngung mit allen übrigen Nährstoffen neben einer Differenzdüngung mit einem, dessen Wirkung geprüft werden soll, hat notwendigerweise auf den schwächer mit diesem Nährstoff gedüngten Parzellen infolge der geringeren Pflanzenproduktion und des geringeren Bedarfes nach den übrigen Pflanzennährstoffen eine stärkere Anreicherung mit den Grunddüngungsnährstoffen zur Folge, als auf den vollkommener gedüngten Parzellen. Auf den letztgenannten wird, wenn von dem in verschiedenen Dosen verabfolgten Nährstoff, dessen Wirkung geprüft werden soll, dem Differenzdüngungsnährstoff, ein Überschuss gegeben wird, auch eine Anreicherung mit diesem eintreten, so dass sich bei Fortsetzung der Versuche die stärker gedüngten Parzellen als immer weniger reaktionsfähig auf die betreffende Differenzdüngung zeigen werden. Den hierdurch verursachten Veränderungen wird man nur einigermassen Rechnung tragen können, wenn die exakten Feldversuche mit eingehenden Untersuchungen der Ernteprodukte und, da die Zuverlässigkeit der analytischen Untersuchung bei Moorboden recht befriedigend ist, mit Bodenuntersuchungen verbunden werden. Die weiter unten mitgeteilten Arbeiten über die Veränderungen der Zusammensetzung der Hochmooräcker durch Kultur und Düngung zeigen nach der Richtung sehr deutlich den Einfluss derselben auf den Nährstoffgehalt des Bodens selbst nach kurzer Versuchsdauer. Auf die Wichtigkeit der analytischen Untersuchung der Ernteprodukte wird namentlich auch von Hellriegel und von Wagner hingewiesen.

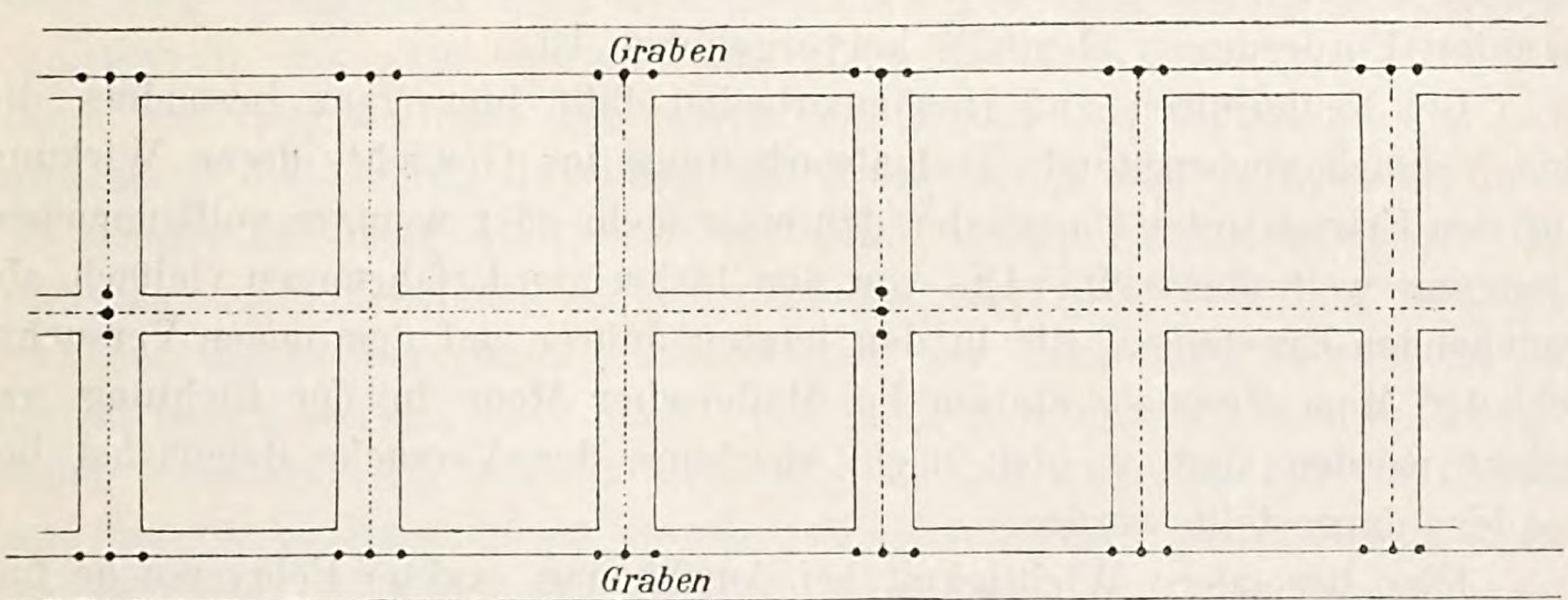
Was die 2. der oben genannten Forderungen für exakte Feldversuche betrifft, die Herabminderung der Versuchsfehler durch Einrichtung einer genügenden Zahl von Parallelversuchen und Herstellung des Optimums aller Produktionsfaktoren mit Ausnahme des zu prüfenden, so kommen nach dieser Richtung bei Feldversuchen auf Moorboden folgende Punkte besonders in Betracht:

Die Grösse der Kontrollparzellen ist wesentlich abhängig von dem Ziel des Versuches. Bei einer ganzen Zahl von Versuchen, namentlich solchen, die sich auf die Wirkung der physikalischen Bodenverhältnisse und deren Beeinflussung durch die Kulturmassnahmen beziehen, ist es nicht möglich, die Grösse der Einzelparzellen auf 1 *a* herabzusetzen. Auf derartig kleinen Parzellen ist eine verschiedenartige Bodenbearbeitung mit Geräten, wie z. B. verschieden tiefes Pflügen, Untergrundslockerung oder Untergrundskalkung, nicht ausführbar. Man bedarf hierfür grösserer Flächen. Die Ausdehnung derselben nach der einen Seite ist in der Regel durch die Breite der einzelnen Ackerbeete gegeben, die auf dem Hochmoor meistens 12—15 *m*, in seltenen Fällen mehr oder weniger beträgt. Bei *Felddüngungsversuchen* auf Moorböden ist die Grösse der Kontrollparzellen meistens auf 1 *a* bemessen worden. Die Grundsätze, die für die Verteilung derselben über die gesamte Versuchsfläche massgebend sind, wurden oben bereits erörtert. Die Erfahrungen, die bei längerer Dauer derartiger Versuche gemacht wurden, lassen bei der Einrichtung von Kontrollparzellen bei Felddüngungsversuchen jedoch folgende Vorsichtsmassnahmen als unerlässlich erscheinen:

Da bei der Verteilung verschieden gedüngter Parzellen durcheinander über die Versuchsflächen verschiedenartig behandelte Parzellen nebeneinander liegen, so ist es unvermeidlich, dass durch die Bodenbearbeitung eine Verschleppung von Pflanzennährstoffen von einer Parzelle auf die andere eintritt, wenn nicht sogenannte Schutzstreifen zwischen den Parzellen eingerichtet werden. Bei Ausführung der Bodenbearbeitung mit der Hand ist zwar diese Gefahr nicht so gross, als wie bei Gespannarbeit. Da letztere jedoch nicht zu umgehen ist, so müssen diese Schutzstreifen so breit angelegt werden, dass bei einiger Vorsicht bei der Bearbeitung ein Transport von Pflanzennährstoffen von einer Parzelle auf die andere durch die Ackergeräte während der Dauer des Versuches ausgeschlossen ist. Es würde falsch sein, diese Schutzstreifen nicht zu besäen oder nicht zu düngen, da dadurch die Ränder der eigentlichen Versuchsparzellen in ihrer Entwicklung beeinflusst würden und sich dieser Einfluss auf verschieden gedüngten Parzellen verschieden äussern würde. Diese Schutzstreifen werden deshalb so eingerichtet, dass sie zur Hälfte wie die anstossende Parzelle behandelt werden, bei der Ernteermittlung wird jedoch nur die eigentliche Versuchsparzelle berücksichtigt und der Schutzstreifen in der Regel vorher abgeerntet. Die Breite derselben soll, wenn eben möglich, nicht unter 2 *m* sinken — auch dann ist noch bei der Bearbeitung namentlich beim Eggen besondere Vorsicht nötig — und, wenn angängig, noch grösser sein. Die aus der eigentlichen Versuchsfläche, die als „Nettofläche“ bezeichnet wird, plus dem zu derselben gehörigen Anteil des Schutzstreifens bestehende sogenannte „Bruttofläche“ wird der Vereinfachung der Rechnung wegen, wenn es möglich ist, so gross gewählt, dass sie in einem einfachen Verhältnis zur Nettofläche von 1 *a* steht. Andernfalls wird für jede Bruttofläche ein Faktor ausgerechnet, der eine leichte Umrechnung aller Werte auf 1 *ha* gestattet.

Da in der unmittelbaren Nähe des Grabens gewöhnlich infolge der Grabenanlage, der stärkeren Entwässerung etwas abweichende Wachstumsbedingungen herrschen — Fröste äussern sich gewöhnlich besonders stark in der Nähe der Gräben —, so wird auch längs der Gräben auf jeder Seite des Beetes ein von der Ermittlung auszuschliessender, jedoch wie die Nettofläche zu behandelnder Schutzstreifen gelegt. Sind die Ackerbeete so breit, dass zwei Versuchsparzellen in der Breite nebeneinander liegen können, so wird auch in der Längsrichtung des Beetes ein Schutzstreifen zwischen den verschiedenen Parzellen eingeschoben. Die Einteilung eines Feldes für einen vergleichenden Düngungsversuch stellt sich dann, wie in nachstehender Abbildung angegeben ist, dar.

Die punktiert umrandeten Flächen sind die sogenannten Bruttoflächen, die mit ausgezogenen Linien begrenzten die eigentlichen Versuchs- oder Nettoflächen. Die Absteckung und Begrenzung dieser Parzellen ist weniger



verwickelt, wie sie vielleicht auf den ersten Blick erscheint. An den Grabenborden und an den Kopfenden der Beete werden, wie es durch schwarze Punkte in der Zeichnung angedeutet ist, Pfähle zur Festlegung der Grenze eingetrieben, auf der Fläche selbst nur an einigen Stellen. Bei der Düngung und Ernte werden die Grenzen der eigentlichen Versuchsparzellen durch genügend lange Schnüre unter Zuhilfenahme von Fluchtstäben markiert, wenn angängig ausserdem noch durch eine ganz flache Rinne, die auf dem Schutzstreifen liegt und die nur so tief ist, dass sie bei der Ernte wiedererkannt werden kann. Bei Halmfrüchten, namentlich bei Lagern derselben, macht das Mähen genau bis zu den Grenzen der Parzelle unter Umständen Schwierigkeiten. Nötigenfalls ist dann an den Rändern statt der Sense eine Sichel anzuwenden. Für die Absteckung der Parzellen wird, namentlich wenn sie, was nicht immer ohne andere Übelstände der Fall ist, nicht rechtwinklig sind, ein mit genügend feiner Skala versehener Winkelkopf zu Hilfe genommen.

Die in dem Abschnitt über die Feldversuche der Station mitgeteilten Beobachtungen über den Transport von Pflanzennährstoffen durch das Boden-

wasser, namentlich durch das Schmelzwasser bei teilweisem Auftauen des gefrorenen Bodens, lassen ebenfalls die Einrichtung genügend breiter Schutzstreifen bei Felddüngungsversuchen als unentbehrlich erscheinen.

Bei Versuchen mit gleichmässiger Düngung kann das oben angegebene Grundschema je nach dem Versuchszweck vereinfacht werden. In manchen Fällen genügt ein Schutzstreifen längs der Gräben und an den Kopfenden der Feldstücke.

Was die Zahl der einzurichtenden Kontrollparzellen angeht, so kann die Genauigkeit der Versuche durch eine grössere Anzahl von solchen nur gewinnen. Jedenfalls sollte die Zahl der gleichartig behandelten Kontrollparzellen, wenn eben möglich, namentlich bei geringerer Zahl, stets die gleiche sein, da Durchschnittszahlen aus einer verschiedenen Anzahl von Einzelwerten nicht den gleichen Grad der Wahrscheinlichkeit besitzen.

Um bei den Feldversuchen möglichst grosse Ausschläge zu gewinnen, empfiehlt es sich, alle übrigen Wachstumsfaktoren mit Ausnahme des zu prüfenden möglichst günstig zu gestalten, wie es in der 2. der oben genannten Forderungen ebenfalls hervorgehoben ist.

Bei Neukulturen auf Hochmoorboden fällt hier ganz besonders die den Versuch vorbereitende Bodenbearbeitung ins Gewicht, deren Wirkung auf den Ertrag unter Umständen den einer mehr oder weniger vollkommenen Düngung weit übertrifft. Die von den bisherigen Erfahrungen vielfach abweichenden Ergebnisse, die in den letzten Jahren auf dem neuen Versuchsfeld der Moor-Versuchs-Station im Maibuscher Moor in der Richtung gemacht worden sind, werden nach Abschluss der Versuche demnächst besonders dargestellt werden.

Eine besondere Wichtigkeit bei Ausführung exakter Feldversuche hat die *Methode der Ernteermittlung.*

Dieselbe ist verhältnismässig einfach bei den Früchten, die sofort nach der Ernte eingeheimst werden können. Da bei *Hackfrüchten* das Kraut gewöhnlich nicht geerntet wird, so werden die ausgerodeten und von Erde möglichst befreiten Früchte (Kartoffeln oder Rüben) sofort gesammelt, gewogen, aus dem gesamten Quantum eine Durchschnittsprobe genommen, die in dem Zustand der Entnahme ebenfalls gewogen und dann später zur Ermittlung der Trockensubstanz und zu den übrigen etwa nötigen Bestimmungen benutzt wird.

Zum Wägen der Ernten dient auf dem neuen Versuchsfeld der Moor-Versuchs-Station eine auf einem starken niedrigen Wagen mit sehr breiten Radfelgen montierte gute Decimalwage, zum Wägen der Durchschnittsproben eine genaue Tafelwage. Da die Luft wegen der Nähe der Küste und bei der Lage des Feldes auf dem Abhang von der Geest zur Marsch fast niemals so ruhig ist, dass sie eine ungestörte Vornahme der Wägung im Freien erlaubt, so ist an dem Wagen, auf dem die Wage steht, eine zeltartige Vorrichtung angebracht, mittels der sehr schnell ein Schirm um die Wage hergestellt werden kann, innerhalb dessen die Wägung ungestört geschehen kann.

Die Erträge der *Wiesen* und *Kleegrasflächen* werden ebenfalls sofort nach dem Mähen in frischem Zustand gewogen, daraus Durchschnittsproben in grosse Büchsen oder Säcke genommen, deren Gewicht festgestellt und darin die Trockensubstanz u. s. w. ermittelt.

Schwieriger gestaltet sich die genaue Ermittlung der Ernte bei den Früchten, die gewöhnlich nach dem Schneiden längere Zeit auf dem Felde stehen müssen, ehe sie eingefahren werden, also bei *Halm-* und *Blattfrüchten*. Das bei Feldversuchen bislang in der Regel angewendete Verfahren, dass der Ertrag erst ermittelt wird, wenn die Frucht zum Einernten trocken ist, ist mit solchen Fehlerquellen verbunden, dass bei exakten Feldversuchen diese Methode der Ernteermittlung unbedingt zu verwerfen ist.

Auf dem neuen Versuchsfeld der Moor-Versuchs-Station im Maibuscher Moor wird seit 2 Jahren zur Ermittlung der Ernte bei *Halm-* und *Blattfrüchten* ein Verfahren benutzt, ähnlich dem wie Wagner es unlängst beschrieben hat.[1]) Die gesamte Ernte jeder Einzelparzelle an Korn und Stroh wird unmittelbar nach dem Schneiden gewogen, daraus eine Durchschnittsprobe bis zum Gewicht von 15 *kg* in einen Sack von etwa 2 *m* Länge und $1^1/_2$ *m* Breite genommen, der Inhalt des Sackes an der Luft getrocknet, der Gehalt desselben an Korn, Stroh und Spreu und deren Trockensubstanz festgestellt, und mit Hilfe dieser Ermittlungen der Gesamtertrag der einzelnen Versuchsparzellen an Trockensubstanz und lufttrockener Masse berechnet. Als Material zur Herstellung der Säcke hat sich am besten starkes, aber dünnes und für Luft mithin leicht durchlässiges Leinen bewährt. Am offenen Ende sind in den umgesäumten verstärkten Rand der Säcke Messingösen eingelassen; durch einen durch dieselben gezogenen Strick kann der Sack bequem geschlossen und zum Trocknen aufgehängt werden. Für diesen Zweck wird in diesem Sommer auf dem Versuchsfeld ein besonderer Trockenschuppen gebaut. Es gelingt auf diese Weise leicht, selbst in ziemlich prall gefüllten Säcken die Getreideproben in kurzer Zeit in einen luftrockenen Zustand überzuführen, ohne dass sie verschimmeln.

Für die Feststellung der Fehler, mit denen die Feldversuche verbunden sind, ist die Ermittlung der Genauigkeit dieses Ernteverfahrens von grösster Wichtigkeit. Untersuchungen dieser Art wurden auf dem Versuchsfeld im Maibuscher Moor mit folgendem Ergebnis angestellt.

(Siehe Tabelle Seite 428.)

Die Übereinstimmung der Kontrollermittlungen ist, wenn man berücksichtigt, dass der Faktor, mit dem die Umrechnung auf 1 *ha* erfolgt, recht gross ist, eine sehr befriedigende. Bei sehr ungleichartigen Materialien, wie z. B. Johannisroggen und Sandwicke, ist es rätlich, noch etwas grössere Proben zu entnehmen. Für kleinere Parzellen, wie solche für 1 *a*, wird die Übereinstimmung jedenfalls noch besser ausfallen.

[1]) Düngungsfragen 4, 1898, Seite 20.

Kontrollbestimmungen der Erntemengen nach dem neuen Verfahren.

Grösse der Fläche, der die Proben entnommen: 5—6 *a*.

Gewicht der frischen Erntemasse im Zustand der Probenahme: 300—1200 *kg*.

Nummer des Stückes	Gewicht der frischen Probe *kg*	Frucht	Ertrag an Trockensubstanz Korn *kg*	Ertrag an Trockensubstanz Stroh und Spreu *kg*	Trockensubstanz pro *ha* Gesamtertrag *kg*
2	10	Moorroggen	a) 2705	5791	8496
	11,5		b) 2718	5715	8433
6	9	Schlanstedter Roggen	a) 2702	5333	8035
	15		b) 2683	5214	7897
13	14	Desgl.	a) 2431	5175	7606
	14		b) 2467	5166	7633
22	8	Johannisroggen u. Sandwicke	a) 2242	5007	7249
	14		b) 2397	4908	7305
30	10	Moorroggen	a) 2756	5623	8379
	8		b) 2673	5492	8165

Die hierunter folgenden Ergebnisse vergleichender Ernteermittlungen nach dem exakten und dem gewöhnlich geübten Verfahren, die im vorvorigen und im vorigen Jahre auf dem Versuchsfeld im Maibuscher Moor angestellt wurden, sind vielleicht nicht ohne Interesse, einmal weil sie zeigen, wie gross die Fehler bei dem einen Verfahren sein können, weil ferner meines Wissens Ermittlungen dieser Art bislang nicht ausgeführt worden sind und weil sie schliesslich einen zahlenmässigen Nachweis dafür liefern, welche Werte dem Landwirt durch die Ungunst der Witterung verloren gehen können, wie wichtig daher die Lösung des Problems der künstlichen Trocknung der Ernte ist.

(Siehe Tabelle Seite 429.)

Bei den Versuchen auf den älteren Versuchsfeldern der Station war leider die Ernteermittelung bei Halmfrüchten nach dem exakten Verfahren nicht durchführbar. In dem Abschnitt über die Feldversuche sind zu weitergehenden Schlüssen daher vorwiegend auch nur die Ergebnisse der mit anderen Früchten angestellten Versuche benutzt worden, wenn die mit Halmfrüchten gewonnenen nicht so grosse Ausschläge zeigten, dass sie selbst durch die mit der Ermittelung der Ernte verknüpften Fehler nicht wesentlich beeinflusst werden konnten. Bei dem ausserordentlich hohen Bedürfnis des Moorbodens nach bestimmten Pflanzennährstoffen liegen die Verhältnisse für die Gewinnung sicherer Resultate bei Feldversuchen nach mancher Richtung allerdings viel günstiger, als bei anderen Bodenarten.

Wenn durch Ausfall und dergleichen bei Halmfrucht auf den Versuchsflächen so grosse Verluste entstehen können, wie die oben mitgeteilten Zahlen beweisen, so wird dadurch dem Boden wiederum eine nicht unbeträchtliche Menge von Nährstoffen wiedergegeben. Ist das für das

Versuchsziel nicht gleichgültig, wie z. B. bei länger fortgesetzten vergleichenden Düngungsversuchen, bei statischen Ermittelungen über den Bodenhaushalt an Pflanzennährstoffen, so muss diesem Umstand ebenfalls Rechnung getragen werden. Auf dem neuen Versuchsfeld der Station sind die Wege in den einzelnen Abteilungen so breit angelegt, dass in solchen Fällen die ganze Ernte nach Wägung und Entnahme der Durchschnittsproben auf die Wege abgesetzt werden kann, damit also eine unkontrollierbare Zufuhr von Pflanzennährstoffen auf die Versuchsparzellen vermieden wird.

Vergleichende Ernteermittlungen bei Feldversuchen auf dem neuen Versuchsfeld im Maibuscher Moor im Jahre 1896 und 1897.

No. des Versuchsstückes	Bezeichnung der Frucht	Erträge an Trockensubstanz pro *ha kg*				Verlust nach dem alten Verfahren rund %	
		neues Verfahren		altes Verfahren			
		Korn	Stroh u. Spreu	Korn	Stroh u. Spreu	Korn	Stroh u. Spreu
	Ergebnisse im Jahre 1896, sehr schlechtes Erntewetter.						
4	Moorhafer	3139	4037	2338	3512	25	13
5	Sommerroggen	1360	3546	1100	3490	19	2
10	Nordfinnischer Hafer	1764	3349	1026	2901	42	13
11	Desgl.	2054	3823	1493	3680	27	4
19	Sommerroggen	1528	3870	1165	3370	24	13
20	Desgl.	1704	3843	1280	3603	25	6
23	Moorhafer	3320	3643	2681	3306	19	9
24	Desgl.	3299	3924	2947	3565	11	9
25	Desgl.	3010	3455	2629	3317	13	4
28	Desgl.	2942	3645	2430	3224	17	12
	Ergebnisse im Jahre 1897, ziemlich gutes Erntewetter.						
1	Moorroggen	2394	5232	2098	4931	12	6
2	Desgl.	2712	5753	2510	5467	7	5
6	Schlanstedter Roggen . . .	2693	5274	2217	5042	18	4
7	Desgl.	2567	4944	2308	4590	10	7
12	Desgl.	2465	5151	2235	5299	9	+ 3
13	Desgl.	2449	5171	2128	4983	13	4
15	Moorroggen	1641	4202	1498	4217	9	0
16	Desgl.	1423	4461	1087	3666	24	18
21	Johannisroggen und Sandwicke	2082	4389	1678	3725	19	15
22	Desgl.	2320	4957	1909	4483	18	10
29	Moorroggen	1630	3938	1532	3852	6	2
30	Desgl.	2715	5557	2229	5159	18	7

Im vorstehenden glaube ich die wichtigsten Grundsätze für die Ausführung exakter Feldversuche auf Moorboden dargelegt zu haben. Durch die verständnisvolle Bereitwilligkeit der vorgesetzten Behörde ist die Moor-Versuchs-Station seit mehreren Jahren nach Anlage eines eignen ca. 25 *ha* grossen

Versuchsfeldes auf Hochmoorboden und eines ca. 5 *ha* grossen Versuchsfeldes auf Niederungsmoor in der Lage, für die Bearbeitung einer grossen Zahl noch ungelöster wichtiger Fragen der Moorkultur dieses wertvolle Instrument ausgiebig benutzen zu können und dadurch die übrigen Methoden der Forschung, *die Untersuchungen wissenschaftlicher Art im Laboratorium und die Anstellung von Vegetationsversuchen im Gewächshaus* zu ergänzen. Besondere Versuchseinrichtungen, wie Versuchswirtschaften in verschiedenen Mooren und über das ganze nordwestdeutsche Moorgebiet verteilte Demonstrationsversuche ermöglichen es dann, die durch exakte Versuche gewonnenen Resultate auf ihren praktischen Wert auch nach der Seite der Rentabilität zu prüfen und der Moorbevölkerung die praktische Bedeutung derselben vor Augen zu führen.

VII. Über die Wirkung von gebranntem Kalk und Mergel auf Sandboden.

a) Untersuchungen im Gewächshaus und im Laboratorium der Moor-Versuchs-Station.

Von

Br. Tacke und H. Immendorff.

Bericht von **Br. Tacke**.

Bei vergleichenden Feldversuchen über die Wirkung von gebranntem Kalk und Mergel zu Leguminosen, die im Jahre 1894 in der Emsabteilung der Moor-Versuchs-Station von Herrn Ökonomierat Dr. Salfeld angestellt wurden, wurde eine sehr merkwürdige Beobachtung gemacht, die den Ausgangspunkt für die folgenden Versuche gebildet hat.[1]) Erbsen und andere Hülsenfrüchte waren bei genügender gleichmässiger Düngung mit Kainit und Thomasmehl vergleichsweise mit gebranntem Kalk und Mergel angebaut worden, derart, dass in beiden gleich viel Calciumoxyd verabfolgt worden war. Gebrannter Kalk und Mergel wurden schon im Herbst des vorhergehenden Jahres aufgebracht. Im Frühjahr wurde zu Erbsen und Peluschken ein Quantum von 80 *kg* Impferde pro *a* gegeben, bei den übrigen Leguminosen mangels geeigneter Impferde solche nicht verwendet. Von Ende Mai ab traten allmählich in der Entwicklung der Pflanzen grössere Unterschiede zwischen der mit Kalk und mit Mergel gedüngten Fläche auf, die immer grösser wurden. Mitte Juli waren die Pflanzen der Mergelfläche ausnahmslos üppig grün, die der Kalkfläche bis auf einzelne gelb. Bei einer gemeinsam mit Salfeld vom Referenten vorgenommenen Besichtigung zeigte sich, dass die Pflanzen der Mergelfläche sämtlich an den Wurzeln reich mit Knöllchen besetzt waren, ebenso die vereinzelt vorkommenden grünen Pflanzen auf der Kalkfläche. Die gelbgefärbten Pflanzen der letztgenannten waren jedoch ausnahmslos knöllchenfrei, sie litten auf dem stickstoffarmen Boden offenbar ausgesprochenen Stickstoffmangel. Die Ernte war hier auch entsprechend geringer.[2]) Es sei besonders hervorgehoben, dass irgend welche Anzeichen für eine Beschädigung der Pflanzen auf der gekalkten

[1]) Salfeld, Deutsche landw. Presse 1894, No. 83: Die Bodenimpfung zu den Pflanzen mit Schmetterlingsblüten im landwirtsch. Betrieb. Verlag von M. Heinsius, Bremen, S. 79.

[2]) Vergl. Salfeld, Die Bodenimpfung u. s. w., S. 81.

Fläche durch Parasiten pflanzlicher oder tierischer Art nicht aufzufinden gewesen sind.

Die merkwürdige Erscheinung auf der Kalkfläche wurde zunächst darauf zurückgeführt, dass der gebrannte Kalk die im Boden vorhandenen oder in der Impferde zugeführten Knöllchenbakterien vernichtet habe, der Mergel dagegen unschädlich für dieselben gewesen sei.[1]) Von Salfeld selbst werden allerdings auch eine Reihe Bedenken hiergegen angeführt. Es musste jedoch die Frage, ob der gebrannte Kalk eine derartig ungünstige Einwirkung auf die Bakterien der Leguminosen ausüben kann, durch Versuche, die nach jeder Richtung besser zu kontrollieren waren, als solche im freien Felde, untersucht werden. Es ist das im Jahre 1895 im Gewächshaus der Moor-Versuchs-Station in Bremen geschehen und über das Resultat dieser Versuche bereits eingehend berichtet worden.[2]) *Das Hauptergebnis derselben war, dass durch eine Düngung mit gebranntem Kalk in einer viel grösseren Menge, als sie bei dem Feldversuch im Jahre 1894 benutzt wurde, und unter Umständen, die absichtlich so gewählt waren, dass eine Schädigung der Leguminosenbakterien durch den Kalk leicht hätte eintreten können, nicht nur keine Vernichtung derselben beobachtet wurde, sondern dass im Gegenteil durch die Düngung mit gebranntem Kalk die Entwicklung der Knöllchenbakterien und damit diejenige der ganzen Pflanze erheblich gefördert worden ist.*

Im Jahre 1896 wurde der Versuch im freien Felde auf ganz ähnlichem Boden in der Emsabteilung von Salfeld wiederholt[3]) und derselbe Boden zu den in demselben Jahr im Vegetationshaus in Bremen angestellten Gefässversuchen benutzt. Ebenso wurde bei den letztgenannten derselbe gebrannte Kalk und Mergel gebraucht, wie bei dem Feldversuch an der Ems.

Der Boden glich in seiner äusseren Beschaffenheit sehr dem im Vorjahr zu den Gefässversuchen verwendeten, ein grauer humoser Sand, der mit Stoppelresten vermischt war.

In 100 Teilen des bei 105° getrockneten Bodens wurden gefunden:

Verbrennliche Stoffe . . .	4,80
Stickstoff	0,16
Mineralstoffe	95,20
Kalk	0,03
Eisenoxyd und Thonerde . .	0,83
Magnesia	0,04
Kali	0,04
Schwefelsäure	0,05
Phosphorsäure	0,10.

Für eine Ackerschicht von 1 *ha* und 20 *cm* Stärke wurde an wichtigen Pflanzennährstoffen ermittelt:

4132 *kg* Stickstoff, 774 *kg* Kalk, 1033 *kg* Kali, 2582 *kg* Phosphorsäure.

1) Salfeld, a. a. O. S. 81.

2) Br. Tacke, Mitteilung. des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1895, 13, S. 389.

3) Über die Ergebnisse dieser Versuche wird Herr Dr. Salfeld selbst weiter unten berichten.

Für den zu den Versuchen im Jahre 1895 benutzten Boden lauten die entsprechenden Zahlen:

4096 *kg* Stickstoff, 768 *kg* Kalk, 1280 *kg* Kali, 1792 *kg* Phosphorsäure.

Zu den Versuchen dienten cylindrische, unten mit Tubus versehene Glasgefässe, die auf Blechuntersätzen standen und äusserlich mit einem Blechmantel versehen waren. Vor dem Einfüllen des Bodens wurden die Gefässe und die als Drainageschicht auf den Boden gebrachten Glasbrocken sorgfältig mit gekochtem destilliertem Wasser gereinigt und zunächst bis 20 *cm* unter Rand mit Boden gefüllt. Der als Oberflächenschicht dienende Boden wurde mit den verschiedenen Düngemitteln vermischt und sodann gleichmässig eingefüllt, ausserdem noch eine kleine Bodenmenge zum Bedecken der Saat für jedes Gefäss aufbewahrt.

Nach der Bestellung der Gefässe betrug das ganze darin vorhandene Bodenquantum lufttrocken 16596 *g*, vollkommen trocken gedacht 15527 *g*, das trocken gedachte Bodenquantum der Oberflächenschicht, mit dem der Dünger vermischt worden war, 10596 *g*. Der gebrannte Kalk, der zu den Versuchen verwendet wurde, enthielt

77,49 Teile Calciumoxyd,

der Mergel

47,66 Teile Calciumoxyd.

Mit dem Versuch wurde ein solcher über die Wirkung des *Nitragins* verbunden, das von den Höchster Farbwerken bezogen und genau nach Vorschrift verwendet wurde.

Die Grunddüngung betrug für jedes Gefäss:

10 *g* Thomasmehl mit 20,21 % Gesamtphosphorsäure und 12,63 % citratlicher Phosphorsäure (62,5 % der Gesamtphosphorsäure),

4 *g* 38 % Düngersalz (Chlorkalium) mit 38,73 % Kali.

Die Differenzdüngung geht aus dem folgenden Versuchsplan hervor:

Gefäss No.	307	nichts,
„ „	308	38,7 *g* gebrannter Kalk, entsprechend 30 *g* Calciumoxyd,
„ „	309, 310 . . .	38,7 *g* gebrannter Kalk und *25 g Erbsenimpferde*,
„ „	311, 312 . . .	62,9 *g* Mergel, entsprechend 30 *g* Calciumoxyd,
„ „	313, 314 . . .	62,9 *g* Mergel und *25 g Impferde*,
„ „	315, 316 . . .	38,7 *g* gebrannter Kalk und *Nitragin*,
„ „	317, 318 . . .	62,9 *g* Mergel und *Nitragin*.

Die Kalkmenge entsprach einer Düngung von 6000 *kg* gebranntem Kalk pro *ha*, also einer Menge, die viel grösser ist, als sie beim Feldversuch verwendet wurde, und sich nach anderen Erfahrungen für leichten, trocknen Sandboden empfiehlt. Die Impferde zu Erbsen wurde von einem Gartenbeet genommen, das im Jahre vorher kräftige Erbsen getragen hatte, eine Probe abgesiebt und nach sorgfältiger Mischung zu der Impfung des

Bodens verwendet. In Gefäss 315 und 317 wurde das Saatgut, in Gefäss 316 und 318 der Boden vorschriftsmässig mit Nitragin geimpft.

In sämtlichen Gefässen wurde der Boden *gleichzeitig* mit dem Kunstdünger, dem kalkhaltigen Material, der Impferde u. s. w. vermischt und mit 25 Körnern von Bischopps niedrigen Erbsen bepflanzt (10. April 1895). Die grösste Wasserkapacität des Bodens betrug 36,4 % des Gewichtes des trocken gedachten Bodens. Die Gefässe wurden während des Versuches gleichmässig durch Begiessen so feucht gehalten, dass sie zu etwa 50 % mit Wasser gesättigt waren.

Während des Versuches wurden folgende Beobachtungen gemacht:

22. April: Die Erbsen gehen auf. 6. Mai: No. 308 entschieden dunkler als 307. 28. Mai: No. 307 Pflanzen sehr bleich, unter denen der übrigen Gefässe kein deutlicher Unterschied. 13. Juni: Pflanzen auf No. 307 gelb und kümmerlich, 30 *cm* lang; No. 308 gut entwickelt, 45 *cm* lang; No. 309 und 310 50 *cm* lang, Pflanzen dunkler als auf No. 308; No. 311 und 312 Pflanzen etwas heller als auf No. 309 und 310, 45 *cm* lang; No. 313 und 314 Pflanzen dunkler als auf No. 311 und 312, 50 *cm* lang. Die mit Nitragin geimpften Pflanzen unterscheiden sich nicht von den mit Impferde versehenen. Die Ernte erfolgt am 27. Juli.

Zunächst sei das Ergebnis der Untersuchung der Wurzeln mitgeteilt:

No. 307. Schwach entwickeltes Wurzelgeflecht *ohne ein einziges* Knöllchen.
„ 308. Kräftig entwickeltes Wurzelsystem mit vereinzelten, unregelmässig verteilten Knöllchen.
„ 309. Ausserordentlich stark ausgebildetes Wurzelsystem mit zahlreichen, üppig entwickelten Knöllchen.
„ 310. Ähnlich No. 309, Knöllchen anscheinend etwas weniger zahlreich.
„ 311. Ähnlich No. 308, mässige Knöllchenbildung.
„ 312. Ähnlich No. 311, nur bei 2 Wurzeln eine reiche Knöllchenbildung.
„ 313. Ausserordentlich kräftige Knöllchenentwickelung an allen kräftig entwickelten Wurzeln.
„ 314. Wie No. 313.
„ 315. Knöllchenbildung viel reichlicher als auf den nichtgeimpften Gefässen, namentlich am Wurzelhals, jedoch geringer als in den Gefässen mit Erdimpfung.
„ 316. Ähnlich wie No. 315, die Knöllchen sind jedoch gleichmässiger verteilt.
„ 317. Wie No. 315.
„ 318. Wie No. 316.

Das Ernteergebnis, sowie der Gehalt der Ernte an Stickstoff ist in der hierunter folgenden Zusammenstellung enthalten.

(Siehe Tabelle 1 Seite 435.)

In der Hauptsache liefert der Versuch dasselbe Ergebnis wie im Vorjahr. *Von einer Schädigung der Knöllchenbakterien durch den gebrannten Kalk ist nichts zu bemerken, trotzdem von letzgenanntem viel grössere Mengen verwendet wurden, als bei dem Feldversuch der Emsabteilung und trotzdem Kalk, Mergel, Impferde, Nitragin gleichzeitig in den Boden gebracht wurden, dagegen beim Feldversuch der Kalk im Herbst zugeführt wurde.* Auf die übrigen Beobachtungen bei diesem Versuch sei zunächst noch kurz eingegangen. Der Kalk oder Mergel an sich ohne Impferde hat, ohne dass es zu einer stärkeren Knöllchenbildung an den Wurzeln der Pflanzen gekommen ist, ebenso wie bei dem Versuch im Jahre 1895, eine ausserordentlich

günstige Wirkung auf dem sehr kalkarmen Boden geübt. Auch die in der Ernte vorhandene Stickstoffmenge steht nur wenig hinter derjenigen zurück, die im Durchschnitt auf den geimpften Gefässen aufgenommen wurde, offenbar deshalb, weil der Bodenstickstoff bei Gegenwart von Kalk in aufnehmbare Stickstoffnahrung umgewandelt wurde und die Pflanzen auch auf den nichtgeimpften Gefässen dadurch so mit Stickstoff versorgt wurden, dass der Bedarf nahezu gedeckt wurde. Wenn wir von Gefäss No. 310 absehen, bei dem eine niedrigere Ernte an Gesamt-Trockensubstanz erzielt wurde als bei No. 308, so ist eine günstige Wirkung der Impfung auf den Ertrag an Trockensubstanz wie auch an Stickstoff in derselben nicht zu verkennen. Allerdings ist bei Gefäss No. 315 die Wirkung der Impfung auf den Ertrag an Gesamt-Trockensubstanz gering. Die Erscheinungen bei Gefäss No. 310 und 315 dürften irgend welchen nicht näher zu bestimmenden Zufälligkeiten zur Last zu schreiben sein. Auf den Umstand, dass bei Mergelzufuhr ohne Impferde eine verhältnismässig grosse und stickstoffreiche Ernte im Vergleich zu gebranntem Kalk erzielt wurde, komme ich noch zurück. Das Nitragin scheint sowohl nach dem Befunde der Wurzeluntersuchung als nach dem Ertrage und dessen Stickstoffgehalt günstig gewirkt zu haben, wenn auch die Wirkung ebenso wie die der Impferde durch den hohen Ertrag der nur gekalten oder gemergelten und nicht geimpften Gefässe verringert erscheint.[1])

Tabelle 1 (vergleiche Tafel XXIII).

Nummer des Gefässes	Differenzdüngung	Trockensubstanz der Ernte in g			Stickstoff in der Trockensubstanz der Ernte				
		Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn %	Stroh %	Korn g	Stroh g	Korn und Stroh g
307	Ohne Kalk oder Mergel	1,03	11,08	12,11	3,50	2,50	0,036	0,277	0,313
308	Gebrannter Kalk	60,06	41,87	101,93	3,72	1,09	2,234	0,455	2,689
309	Gebrannt. Kalk u. Impferde	64,76	47,27	112,03	3,73	1,19	2,418	0,564	2,982
310	Desgl.	53,84	41,63	95,47	3,84	1,24	2,069	0,515	2,584
311	Mergel	65,99	44,64	110,63	3,75	1,16	2,472	0,518	2,990
312	Desgl.	67,23	45,54	112,77	3,80	1,07	2,557	0,486	3,043
313	Mergel und Impferde	62,29	48,70	110,99	3,92	1,24	2,442	0,603	3,045
314	Desgl.	67,18	48,53	115,71	3,73	1,12	2,506	0,542	3,048
315	Gebrannt. Kalk u. Nitragin	58,33	45,52	103,85	4,01	1,21	2,337	0,552	2,889
316	Desgl.	69,08	48,43	117,51	3,91	1,11	2,699	0,538	3,237
317	Mergel und Nitragin	69,24	50,39	119,63	3,86	1,13	2,672	0,571	3,243
318	Desgl.	69,50	47,41	116,91	3,80	1,22	2,639	0,580	3,219

Im Jahre 1896 ergab nun der Feldversuch an der Ems im wesentlichen ein Ergebnis, dass mit den Resultaten der Gefässversuche beider Jahre über-

[1]) Auch nach anderen Erfahrungen (vergl. Br. Tacke, Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1897, 15, S. 398) scheint das Nitragin für Erbsen bis jetzt leichter in wirksamer Form hergestellt werden zu können, als das für andere Leguminosen.

einstimmt. Eine Schädigung der Knöllchenentwicklung durch den gebrannten Kalk trat nicht auf, im Gegenteil, Erträge und Knöllchenzahl der Wurzeln waren bei Verwendung von gebranntem Kalk grösser als bei Mergel. Mergel allein ohne Impferde brachte auch hier einen höheren Ertrag, wie gebrannter Kalk ohne Impferde, genau wie bei dem Gefässversuch.[1])

Nachdem nun zweifellos festgestellt ist, dass der gebrannte Kalk als solcher die Knöllchenentwickelung bei dem Feldversuch im Jahre 1894 nicht geschädigt haben kann, bleiben für die Erklärung des damaligen Versuchsergebnisses, wenn wir nicht annehmen wollen, dass der gebrannte Kalk sonstige pflanzenschädliche Stoffe enthalten habe, wofür nicht das geringste Anzeichen vorliegt, folgende Möglichkeiten übrig:

1. Der Boden der Versuchsfläche, armer, hoch gelegener Heidesandboden, der nie vorher Leguminosen getragen hat, hat vor dem Versuche keine Bakterien der Leguminosenknöllchen enthalten.

2. In dem Mergel, der zu den verschiedenen Leguminosen gegeben wurde, waren Knöllchenbakterien vorhanden. Wenn es auch nicht wahrscheinlich ist, dass der Mergel der tieferen Schichten eines Lagers Leguminosenbakterien enthält, so können doch in die oberen Schichten oder beim Lagern und Transport des Mergels solche hineingeraten.[2]) Im gebrannten Kalk ist das Vorkommen von Leguminosenbakterien weniger wahrscheinlich.

3. Die Impferde, die zu Erbsen verwendet worden ist, enthielt keine oder nicht genügende Mengen Knöllchenbakterien, so dass auf der Kalkfläche keine Impfung oder nur vereinzelt eine Infektion der Erbsen mit Knöllchenbakterien eintrat. Diese Annahme wird gestützt durch die Angabe von SALFELD, dass die Impferde im Frühjahr 1894 bei sehr trockner und sonniger Zeit ausgestreut und nicht sofort eingeeggt worden ist. Die Bakterien der Leguminosenknöllchen sind jedoch bekanntlich gegen Licht und Trockenheit sehr empfindlich; es ist daher sehr wohl möglich, dass durch das Lagern der Impferde an der Oberfläche die ursprünglich darin vorhandenen wirksamen Bakterien der Leguminosenknöllchen getötet worden sind.

Unter den vorstehenden Annahmen würde die beobachtete vermeintliche Schädigung der Leguminosen insbesonders der Erbsen lediglich als die Äusserung eines starken Stickstoffmangels aufzufassen sein, unter dem die Pflanzen auf der Kalkfläche litten, da die Knöllchen ihnen fehlten und der Boden sie nicht so mit Stickstoff versorgte, dass sie der Mithilfe der Knöllchen ohne Schaden hätten entraten können. Der Eindruck, den die Pflanzen der Kalkfläche machten, erinnerte übrigens auf den ersten Blick an den stark stickstoffhungriger Gewächse. Auf der Mergelfläche trat ein Mangel an Stickstoff nicht ein, weil durch den Mergel wirksame Knöllchenbakterien zugeführt wurden. Die auffallende Stärke, mit der sich der Stickstoffmangel auf der Kalkfläche äusserte, machte es jedoch wahrscheinlich, dass hier noch eine besondere Wirkung des Kalkes eingetreten war, durch

[1]) Siehe SALFELD, Thätigkeitsbericht der Moor-Versuchs-Station. Protokoll der Central-Moor-Kommission 1896, 37, S. 67.

[2]) Siehe BR. TACKE, Mitteilung. d. Vereins zur Förderung d. Moorkult. 1897, 15, S. 399.

die der Vorrat an verwertbarer Stickstoffnahrung im Boden stark vermindert worden war. Es lag nahe, an einen besonders starken Einfluss des gebrannten Kalkes im Vergleich zu Mergel auf die Zersetzungsprozesse zu denken, durch die unlösliche organische Stickstoffverbindungen in lösliche und für die Pflanzen verwertbare Form übergeführt werden. Auf durchlässigem, an aufnehmbarem Stickstoff ursprünglich armem Boden wird sich diese Wirkung des Kalkes um so ungünstiger äussern, je länger der Kalk vor der Beflanzung aufgebracht worden ist, je grössere Mengen des Bodenstickstoffs beweglich geworden sind und je länger Gelegenheit war, dass die entstandenen löslichen Stickstoffverbindungen ausgewaschen wurden. Die mit Kalk gedüngten Flächen werden dann im Vergleich zu den mit Mergel gedüngten besonders an verwertbarem Stickstoff verarmt sein und dieser grössere Stickstoffmangel sich ebenso wie bei stickstoffzehrenden Gewächsen auch bei den Leguminosen zeigen, wenn diese mangels der Knöllchen auf die ihnen im Boden zur Verfügung stehende aufnehmbare Stickstoffmenge angewiesen sind. Um für diese Annahme weitere Grundlagen zu schaffen, wurden im Jahre 1897 folgende Versuche unternommen:

1. Vegetationsversuche.

Nährstoffarmer, nicht gedüngter, nicht gemergelter, humusarmer Sandboden aus der Nähe von Bremen, der seit 4 Jahren brach gelegen, wurde durch Sieben von organischen Resten möglichst befreit und gleichmässig gemischt. Am 25. Januar 1897 wurden die Portionen für Oberfläche und tiefere Schicht getrennt abgewogen und nach dem Zumischen der Düngemittel zur Oberflächenschicht in die Vegetationsgefässe eingefüllt und bis Ende Januar im Hause aufgestellt, dann nach dem Anfeuchten ins Freie gebracht. Zum Anfeuchten und Begiessen wurde destilliertes Wasser verwendet; die Menge wurde so geregelt, dass die Bodenfeuchtigkeit etwa $^1/_3$ der vollen Wasserkapacität betrug. Bei regnerischem Wetter aus den Gefässen ablaufendes Wasser wurde nicht wieder aufgegossen. Der Plan des Versuches war folgender:

Grunddüngung pro Gefäss: 10 *g* Thomasmehl,
4 „ 38 % Düngersalz (Chlorkalium).

Differenzdüngung:

Gefäss No.	307, 308 .	0,
„ „	317 . . .	0,1 *g* Stickstoff in Chilisalpeterlösung,
„ „	318 . . .	0,2 „ „ „ „
„ „	309 . . .	38,7 „ gebrannter Kalk mit 30 *g* Calciumoxyd (Probe von den Versuchen 1896),
„ „	310 . . .	desgl.
„ „	311 . . .	„ und 0,1 *g* Stickstoff,
„ „	312 . . .	„ „ 0,2 „ „
„ „	313 . . .	62,9 *g* Mergel (Probe von 1896) mit 30 *g* Calciumoxyd,
„ „	314 . . .	desgl.
„ „	315 . . .	„ und 0,1 *g* Stickstoff,
„ „	316 . . .	„ „ 0,2 „ „

Die Bodenmenge in der Oberflächenschicht der Gefässe entsprach 10969 *g* Trockensubstanz, die der tieferen Schicht 814 *g*, der gesamte Bodeninhalt des Gefässes 11783 *g*.

Die chemische Zusammensetzung des Bodens war folgende:

100 Teile enthalten bei 105° getrocknet:

Verbrennliche Stoffe und Hydratwasser . .	1,23
Stickstoff	0,03
Mineralstoffe	98,77
Kalk	0,04
Magnesia	0,05
Eisenoxyd und Thonerde	0,53
Kali	0,02
Phosphorsäure	0,06
Schwefelsäure	0,02.

Die aus dem Volumgewicht und den prozentischen Zahlen berechnete Menge wichtiger Pflanzennährstoffe in einer Bodenschicht von 1 *ha* und 20 *cm* Stärke beträgt:

943 *kg* Stickstoff, 1257 *kg* Kalk, 628 *kg* Kali, 1885 *kg* Phosphorsäure.

Der benutzte Boden ist mithin an Pflanzennährstoffen, namentlich an Stickstoff recht arm. Wenn die Wirkung des Kalkes, die Stickstoffverbindungen des Bodens in Lösung zu bringen, weit stärker ist als die des Mergels, so musste bei dem vorliegenden Versuch, in dem kein Hindernis für das Fortgeführtwerden der entstandenen löslichen Stickstoffverbindungen bestand, die ungünstigere Wirkung des Kalkes sich in der Stickstoffernährung einer stickstoffbedürftigen Pflanze äussern. Als solche wurde weisser Senf gewählt. Die stärkste in der Düngung zugeführte Stickstoffmenge entspricht rund 40 *kg* Stickstoff pro *ha*. Es ist fraglich, ob damit das Maximum des Ertrages erzielt worden ist. Streng genommen wäre noch die Einrichtung weiterer Gefässe nötig gewesen, die mit allen Nährstoffen, auch mit Stickstoff im Überschuss gedüngt worden wären, um zu sehen, ob nicht der Mergel an sich besser als der gebrannte Kalk wirkt. Wegen Mangel an Gefässen liess sich das jedoch nicht ausführen. Auch wird der gebrannte und auf das Feinste in der Oberflächenschicht verteilte Kalk bis zu dem Zeitpunkt, in dem die Gefässe bepflanzt wurden, völlig in kohlensauren Kalk übergegangen sein. Die zweite Versuchsreihe (s. u.), die ausgeführt worden ist, stützt zudem durch ihre Ergebnisse die aus den Vegetationsversuchen gezogenen Schlüsse.

Die Gefässe wurden am 24. Mai mit Senf bepflanzt. Derselbe geht am 27. Mai auf und zeigt bereits am 11. Juni in der Entwicklung auf den verschiedenen Gefässen deutliche Unterschiede. Am 16. Juni kommen die Blütenknospen zum Vorschein. Am 23. desselben Monats wird der Senf grün geschnitten (siehe Tafel XXIV, Photographie vom 23. Juni 1897). Das Ergebnis der Ernteermittlung und der Bestimmung des Stickstoffgehaltes der Ernte ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

No. des Gefässes	Differenzdüngung	Ertrag an Trockensubstanz pro Gefäss *g*	Gehalt der Trockensubstanz an Stickstoff %	Gesamtgehalt der Ernte an Stickstoff *g*	Mittlerer Gehalt der Ernte an Stickstoff *g*	Gehalt der Gefässe 307—308 im Mittel an Stickstoff = 100
307	0 Kalk	5,85	1,70	0,099	0,096	100
308	0 „	5,06	1,84	0,093		
317	0 „ und Chilisalpeter 1.	11,66	2,21	0,258	0,258	269
318	0 „ „ „ 2.	14,00	2,57	0,360	0,360	375
309	Kalk.	8,62	1,95	0,168	0,164	171
310	„	8,24	1,94	0,160		
311	„ und Chilisalpeter 1 .	13,72	2,22	0,305	0,305	318
312	„ „ „ 2 .	16,61	2,48	0,413	0,413	430
313	Mergel	10,26	1,97	0,202	0,192	200
314	„	10,15	1,79	0,182		
315	„ und Chilisalpeter 1.	15,89	2,18	0,346	0,346	360
316	„ „ „ 2.	17,37	2,51	0,436	0,436	454

Das Ergebnis ist somit ganz im erwarteten Sinne ausgefallen. Zunächst möge jedoch eine zweite Versuchsreihe geschildert werden, die denselben Zweck verfolgt.

Mit demselben Boden, der zu den Vegetationsversuchen diente, wurden Glasgefässe von ähnlicher Beschaffenheit wie die Vegetationsgefässe nur von geringerer Höhe beschickt. Der Tubus im Boden wird durch Glaswolle und eine übergestülpte Glaskappe vor dem Eindringen von Boden geschützt. Pro Gefäss wurden 3 *kg* des lufttrocknen Bodens, der vorher auf das sorgfältigste gleichmässig gemischt war, eingefüllt, entsprechend 2935 *g* vollkommen trocknen Bodens.

2 Gefässe 0_1 blieben ohne Zusatz.
2 „ 0_2 erhielten 9,7 *g* Kalk.
2 „ 0_3 „ 15,5 „ Mergel.

Der Kalk und Mergel war derselbe, der zu den Vegetationsversuchen verwendet worden war und wurde in derselben Stärke wie bei diesen dem Boden zugesetzt, der auf das innigste mit dem kalkhaltigen Materialien gemischt wurde. Die Gefässe erhielten gleichmässig einen Zusatz von destilliertem Wasser, der rund 30 % der vollen Wasserkapacität entsprach. In diesem Feuchtigkeitszustand wurden die Gefässe während der ganzen Versuchsdauer gehalten. Die Versuche begannen am 8. August. Die Gefässe standen vor Staub geschützt in einem Glashaus. Am 12. September, also nach ungefähr 5 Wochen, wurde von jeder Serie 1 Gefäss mit Wasser bis zum Verschwinden der Ammoniak- und Salpetersäurereaktion ausgewaschen und im Filtrat der Gehalt an Ammoniak-, Salpetersäure- und Gesamtstickstoff bestimmt. Der Ammoniak-Stickstoff wurde durch Destillation mit gebrannter Magnesia, der Gesamtstickstoff nach Jodlbauer ermittelt, der

Salpetersäurestickstoff unter Beachtung der von PFEIFFER[1]) mitgeteilten Erfahrungen nach vorheriger Behandlung der eingedampften Extrakte mit Natronlauge nach KÜHN. Ein Erhitzen mit Natronlauge unter Druck hatte, wie ausdrücklich festgestellt wurde, im vorliegenden Fall auf die Ergebnisse keinen Einfluss. Der Rest der Gefässe wurde am 28. Oktober in derselben Weise ausgewaschen, also ungefähr 11 Wochen nach Beginn des Versuches, und mit dem Filtrat in derselben Weise verfahren.

Das Resultat der Versuche ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

Dauer des Versuches	Boden ohne Kalk, Gehalt an			Boden mit Kalk, Gehalt an			Boden mit Mergel, Gehalt an		
	Ammon.-Stickstoff mg	Salpeters. Stickstoff mg	Gesamt-Stickstoff mg	Ammon.-Stickstoff mg	Salpeters. Stickstoff mg	Gesamt-Stickstoff mg	Ammon.-Stickstoff mg	Salpeters. Stickstoff mg	Gesamt-Stickstoff mg
5 Wochen . .	2,3	41,1	44,1	3,8	74,3	77,0	3,1	63,2	66,6
11 „ . .	2,4	35,1	37,6	2,5	86,0	87,0	2,4	65,5	67,6

Ausser Ammoniak und Salpetersäure sind keine oder nur winzige Mengen anderer Stickstoffverbindungen in den Extrakten vorhanden gewesen. Die Differenzen zwischen dem Gehalt an Gesamt-Stickstoff und der Summe von Ammoniak- und Salpetersäurestickstoff liegen innerhalb der Fehlergrenzen.

Durch die Beigabe von Kalk oder Mergel ist die Nitrifikation des Bodenstickstoffs deutlich gesteigert worden, durch den Kalk jedock stärker als durch den Mergel, der dasselbe Quantum Kalk enthielt. Bei längerer Dauer des Versuches nimmt bei dem Boden ohne Zusatz die Menge des nitrifizierten Stickstoffs etwas ab, bei dem Mergel nur um einen winzigen Betrag zu, bei dem Kalk um eine etwas grössere Menge. Die nitrifizierenden Prozesse scheinen bei längerer Dauer des Versuches nahezu zum Stillstand gekommen zu sein oder sind vielleicht wie in dem Boden ohne Zusatz in das Gegenteil umgeschlagen. Auf jeden Fall geht deutlich aus den Versuchen hervor, dass der gebrannte Kalk den Bodenstickstoff in höherem Grade beweglich macht, als unter denselben Verhältnissen der Mergel mit dem gleichen Gehalt an wirksamem Kalk. Ist, wie auf dem freien Felde oder bei dem beschriebenen Vegetationsversuch, die Möglichkeit vorhanden, dass der löslich gewordene Stickstoff durch das Regen- und Bodenwasser fortgeführt wird, so wird sich auf dem gekalkten Acker bei nachfolgendem Anbau von stickstoffzehrenden Gewächsen ein Stickstoffbedürfnis in höherem Grade äussern, als auf dem gemergelten Boden. Bei Verwendung von Kalk in Form von gebranntem Kalk liegt ausserdem noch die Gefahr vor, dass, solange der Kalk noch nicht in kohlensauren Kalk übergegangen ist, der im Boden vorhandene oder der unter Einwirkung des Kalkes auf organische

[1]) TH. PFEIFFER und H. THURMANN, Landw. Versuchs-Stationen 1896, Bd. 46, S. 1.

Stickstoffverbindungen des Bodens entstehende Ammoniakstickstoff z. T. sich verflüchtigt. Beruht doch bekanntlich eine zur annähernden Bestimmung des im Boden vorhandenen Ammoniaks vorgeschlagene Methode (Grandeau, Handbuch der agrikulturchemischen Analyse, Berlin 1879, deutsche Ausgabe S. 115) geradezu darauf, dass das unter Zusatz von Kalkmilch aus dem Boden entwickelte Ammoniak aufgefangen und bestimmt wird. Bei Verwendung von 2000 *kg* gebranntem Kalk auf Böden mit geringem Vorrat an aufnehmbarem Stickstoff, wie die Böden der Feldversuche in der Emsabteilung der Station, wird wahrscheinlich auch diese Wirkung des gebrannten Kalkes ungünstig sich äussern.

Um über die Wirkung des gebrannten Kalkes im Vergleich zu Mergel nach dieser Richtung eine Vorstellung zu gewinnen, wurde noch folgender Versuch angestellt:

Am 27. April wurden 3 Flaschen gleichmässig mit 1 *kg* des lufttrocknen, zu den Vegetationsversuchen im Jahre 1897 benutzten Bodens beschickt und gleichmässig mit 100 *ccm* Wasser befeuchtet (annähernd 30 $^0/_0$ der Wasserkapacität). Der Boden in Flasche 1 blieb ohne Zusatz, in Flasche 2 wurden dem Boden 12,9 *g* Kalk (dieselbe Probe wie bei den übrigen Versuchen), in Flasche 3 20,7 *g* Mergel (ebenfalls die gleiche Probe) zugemischt. Das Verhältnis zwischen der zugefügten Kalk- und Mergelmenge war dasselbe, wie bei den Vegetations- und Nitrifikationsversuchen, der Zusatz im Vergleich zu dem Bodenquantum absichtlich stärker bemessen, als bei den übrigen Versuchen, um einen deutlichen Ausschlag in den Ergebnissen zu bewirken. Die Flaschen wurden, nachdem in dem Luftraum derselben ein mit verd. Schwefelsäure gefülltes Gefäss zur Bindung des aus dem Boden verflüchtigten Ammoniaks angebracht war, dicht geschlossen und in demselben Glashaus, in dem der Nitrifikationsversuch sich befand, aufbewahrt. Am 3. Juni, also nach ungefähr 5 Wochen, wurden die Flaschen geöffnet und der Inhalt der Gefässe mit Säure auf Ammoniak untersucht. In dem aus Flasche 1 war Ammoniak überhaupt nicht nachweisbar, in dem aus Flasche 3 nur in Spuren. Degegen enthielt das Gefäss aus Flasche 2 (Zusatz von Kalk)

29,4 *mg* Stickstoff in Form von Ammoniak.

Nachdem die Säuregefässe mit frischer Säure beschickt in die Flaschen gebracht worden waren, wurden diese wiederum verschlossen. Am 10. Juli zeigte sich nur in dem Gefäss aus Flasche 2 (Kalk) eine Spur Ammoniak. Die aus den übrigen Gefässen waren völlig frei davon. Nach nochmaliger Füllung der Säuregefässe standen die Flaschen vom 10. Juli 1897 bis 29. März 1898. Die Untersuchung des Inhaltes der Säuregefässe ergab für die Flaschen ohne Kalk und mit kohlensaurem Kalk nur Spuren von Ammoniak, für die mit gebranntem Kalk versetzten dagegen noch 34 *mg* Stickstoff in Form von Ammoniak. Wir dürfen annehmen, dass diese Wirkung des Ätzkalkes sich im Boden in ähnlicher Weise äussert, wenn auch mit geringerem quantitativen Erfolg, als bei dem Versuch im Laboratorium. Wenn wir die Annahme machen wollen, dass, entsprechend dem

etwa 11fach schwächeren Kalkzusatz beim Feldversuch (auf 1 *ha* bis Pflugtiefe, also auf rund 2250000 *kg* Boden, 2000 *kg* Kalk gleich rund 0,09 %, bei dem Versuch in Flaschen auf 1 *kg* Boden 12,9 *g* mit rund 10 *g* Calciumoxyd, entsprechend ca. 1,0 %), nur $^1/_{11}$ des gefundenen Ammoniaks aus dem Boden entweicht, so würde dass bei $\frac{29 + 34}{11}$ *mg* pro 1 *kg* Boden auf 1 *ha* bis Pflugtiefe rund 13 *kg* Stickstoff ausmachen, die den leicht nitrifizierbaren, also wertvollsten Teil des Bodenstickstoffs darstellen. Wenn dieser Prozess auch nur so lange dauert, bis der Kalk in kohlensauren oder humussauren Kalk übergegangen ist — was im Boden im Freien wahrscheinlich schneller geschieht, als in den Versuchsflaschen —, so wird er doch zunächst jedenfalls die Wirkung des gebrannten Kalkes auf die Beweglichkeit des Bodenstickstoffes, wie sie die oben mitgeteilten Nitrifikationsversuche gezeigt haben, noch verstärken und die Anwendung des gebrannten Kalkes im Vergleich zu Mergel unter diesen Umständen noch ungünstiger erscheinen lassen.

Das Ergebnis der Vegetationsversuche des Jahres 1897 und der Nitrifikationsversuche entspricht einander vollständig. Der Ausfall in den Erträgen der gekalkten Gefässe (No. 309 und 310) würde möglicherweise noch grösser gewesen sein im Vergleich zu den gemergelten, wenn die kalkhaltigen Mittel längere Zeit auf den Boden eingewirkt hätten und grössere Niederschlagsmengen auf die Gefässe niedergegangen wären, dadurch eine stärkere Auswaschung des Bodenstickstoffs eingetreten wäre. Auch die Erscheinung bei dem in Tabelle 1 wiedergegebenen Versuch, dass bei Anwendung von Kalk und Impferde (Gefäss No. 309 und 310) und von Mergel und Impferde (Gefäss No. 313 und 314) der Stickstoffgehalt der Ernte bei den letztgenannten etwas höher ist als bei den Gefässen mit Kalk, deutet darauf hin, dass in den Gefässen mit Mergel den Pflanzen eine grössere Menge Bodenstickstoff zur Verfügung gestanden hat. Die Gefässe mit gebranntem Kalk und mit Mergel ohne Impferde (No. 308. 311 u. 312) können nicht nach der Richtung verglichen werden, weil bei den Gefässen eine nicht beabsichtigte ungleichmässige Infektion mit stickstoffsammelnden Bakterien eingetreten ist. Da nach den Ergebnissen des Vegetationsversuches des Jahres 1895 und denjenigen der letztjährigen Feldversuche der gebrannte Kalk nach der Impfung des Bodens die Entwicklung der Knöllchenbakterien geradezu stärker fördert als der Mergel, so kann ein Mehr an Stickstoff in der Ernte der mit Mergel gebauten Pflanzen wohl ohne Bedenken auf einen grösseren Vorrat an aufnehmbarem Bodenstickstoff zurückgeführt werden.

Bei dem Feldversuch der Emsabteilung im Jahre 1896 wurde nach der Ernte der Erbsen die ganze Versuchsfläche gleichmässig mit Ölrettich bestellt, um zu prüfen, ob die Wirkung der Kalkung und Mergelung auf den Bodenstickstoff auch im Ertrag dieser stickstoffzehrenden Frucht zum Ausdruck gelangt. Um die Nebenwirkung der Stoppelrückstände der Erbsen auf den nur gekalkten und gemergelten Parzellen nach Möglichkeit auszuschliessen, wurden dieselben nebst den Wurzeln sorgfältigst aus dem Boden

entfernt. Der Ölrettich wurde grün gemäht und ergab einen Ertrag im Durchschnitt

auf den *nur gekalkten* Parzellen von 203,9 *kg* frisch mit 0,37 % Stickstoff, entsprechend **0,756** *kg* Stickstoff in der Ernte,

auf den *nur gemergelten* Parzellen von 233,5 *kg* frisch mit 0,39 % Stickstoff, entsprechend **0,904** *kg* Stickstoff in der Ernte.

Die Differenz liegt in der erwarteten Richtung, wenn sie auch nicht sehr gross ist.

Warum auf der Fläche des Feldversuches im Jahre 1896 die Wirkung des gebrannten Kalkes nicht in dem hohen Grade ungünstig auf den Stickstoffvorrat des Bodens gewirkt hat, als das bei dem Feldversuch im Jahre 1894 der Fall gewesen ist, ist schwer zu entscheiden. Von anderen Umständen abgesehen vermute ich, dass das Feld für den Versuch im Jahre 1896 in besserem Kulturzustand gewesen ist, als das des Versuches im Jahre 1894, so dass der Vorrat an verwertbarem Stickstoff im Boden auf dem erstgenannten grösser war, eine stärkere Wirkung des gebrannten Kalkes auf die Mobilisierung des Bodenstickstoffs sich auf demselben weniger schädlich äusserte, als auf dem ärmeren Felde des früheren Versuches.[1])

Die Ergebnisse der Versuche liefern jedenfalls einen Beitrag für die Erklärung der dem Praktiker längst bekannten Erscheinung, dass auf leichtem, stickstoffarmem und trockenem Boden der Kalk unter Umständen zu „hitzig“ wirkt, und lassen auf derartigem Boden bei Verwendung von gebranntem Kalk eine um so grössere Vorsicht geboten erscheinen, je geringer der Kulturzustand des Bodens ist. Wenn man nicht den Kalk durch Mergel ersetzen kann oder will, so ist es jedenfalls ratsam, ihn in nicht zu grossen Mengen zu verwenden und, wenn nicht anderweitige Erwägungen dem entgegenstehen, bei Anbau von Sommerfrüchten ihn erst im Frühjahr aufzubringen, bei Herbstanwendung desselben jedoch durch darauffolgenden Anbau von Winterfrucht den beweglich gewordenen Bodenstickstoff möglichst vor dem Verlorengehen dadurch zu schützen, dass er von den Pflanzen aufgenommen wird. Wenn die Wirkung des gebrannten Kalkes durch Übergang in kohlensauren Kalk auch wesentlich schwächer und sich dann wenig von der des hochprozentigen Mergels unterscheiden wird — bei Thonmergel, deren Anwendung auf leichtem Böden in erster Linie sich empfiehlt, kommen die Nebenwirkungen der thonigen Beimischungen zur Geltung —, so kann im ersten Jahr jedenfalls durch den gebrannten Kalk ein beträchtlicher Verlust an Bodenstickstoff verursacht werden.

Ferner gaben die Versuche, soweit dies überhaupt nachträglich möglich ist, eine annehmbare Erklärung für die im Jahre 1894 beobachtete Erscheinung über die vermeintliche schädigende Wirkung des gebrannten Kalks

[1]) Die stärkere Wirkung des Kalkes auf die Zersetzungsprozesse im Boden im Vergleich zu Mergel bei den Gefässversuchen kann nicht auf der feineren Verteilung des erstgenannten im Boden beruhen, da er im Korn viel gröber war als der Mergel und dadurch die grössere Löslichkeit des gebrannten Kalkes in der Bodenflüssigkeit wohl mehr wie ausgeglichen worden ist.

auf das Gedeihen der Leguminosen, die auf der gekalkten Fläche unter starkem Stickstoffhunger litten, auf der gemergelten nicht:

1. Weil durch den gebrannten Kalk, der im Herbst ebenso wie der Mergel aufgebracht worden war, eine stärkere Verarmung des Bodens an aufnehmbarem Stickstoff eingetreten war, als bei dem Mergel.

2. Weil auf der Versuchsfläche ursprünglich die notwendigen Knöllchenbakterien fehlten, die ausgeführte Impfung unwirksam war und weil der Mergel, wenn auch unzureichende Mengen, Knöllchenbakterien enthielt, der Kalk nicht oder nur sehr vereinzelt. Die Pflanzen der Mergelfläche litten infolgedessen weniger Stickstoffmangel, als die der Kalkfläche.

b) Versuch im freien Felde, ausgeführt in der Ems-Abteilung der Moor-Versuchs-Station.

Von

A. Salfeld und Fr. Wolff.

Bericht von A. Salfeld.

Dieser Feldversuch wurde im Jahre 1895/96 auf dem Kolonate von Reinel in Hohen-Darme bei Lingen ausgeführt und lehnte sich ganz an den Versuch in Bremen in Gefässen von Herrn Dr. Tacke an. Der Acker war seit langen Jahren jährlich schwach mit Stallmist gedüngt, der meist mit Heideplaggen vermischt war. Im Jahre 1895 wurde hier Winterroggen geerntet und darnach Spörgel als Stoppelfrucht. Leguminosen waren hier niemals angebaut. Dieser Boden würde selbst nach einer Mergelung und starken Düngung für Rotklee viel zu trocken sein. Auch für Felderbsen ist er nach einer Mergelung unsicher.

Der Zweck des Versuches war, zu ermitteln, wie gebrannter Kalk und Mergel in Verbindung mit Bodenimpfung und ohne Impfung auf Erbsen wirken, namentlich um festzustellen, ob gebrannter Kalk die Wirkung von Impferde schädigt.

Sämtliche 18 Versuchsabteilungen von je 1 *a* Flächeninhalt wurden durch Wege von 1 *m* Breite voneinander getrennt und während der ganzen Versuchsdauer mit der Hand bearbeitet. Alle Abteilungen erhielten im Herbst 1895 pro *a* eine Düngung von 10 *kg* Kainit und 4 *kg* Thomasphosphat mit 19,75 % Phosphorsäure.

Der Versuchsplan war folgender:

No. 1, 7, 13 0 Impferde, 0 Kalk, 0 Mergel,
„ 2, 8, 14 Impferde allein,
„ 3, 9, 15 Westerweyher Mergel allein,
„ 4, 11, 18 gebrannter Kalk allein,

No. 5, 12, 16 Impferde und Mergel,
„ 6, 10, 17 Impferde und gebrannter Kalk.

Es wurden pro *a* gegeben 30 *kg* Erbsenimpferde von einem Erbsenfelde von Bruns in Darme; diese Erde wurde vor der Verwendung gesiebt. Ferner wurden pro *a* aufgebracht 20 *kg* gebrannter Kalk (entsprechend 10 Centner pro Morgen) und auf den Mergelabteilungen 44 *kg* Westerweyher Mergel [1]) (entsprechend den 20 *kg* gebrannten Kalkes).

Am 23. Oktober 1895 wurde zunächst auf den Kalkabteilungen der gebrannte Kalk in kleinen Haufen vollständig zu Staub gelöscht und dann sofort ohne Verstäubung gestreut. Auf den Mergelabteilungen wurde der gesiebte Westerweyher Mergel ebenfalls ohne Verstäubung, dann auf allen Abteilungen das Gemisch von Kainit und Thomasschlacke verteilt. Am 24. Oktober wurden zunächst alle Kalk- und Mergelabteilungen und dann alle übrigen Abteilungen 4 *cm* tief bei trockenem Wetter mit der Schaufel umgearbeitet und zuletzt geharkt.

Am 30. Oktober wurden alle Abteilungen, die nicht geimpft werden sollten, 15 *cm* tief mit dem Spaten umgegraben. Endlich wurde am 31. Oktober auf den Abteilungen 2, 8, 14, 5, 12, 16, 6, 10, 17 die Impferde gestreut und diese Abteilungen wurden ebenfalls 15 *cm* tief umgegraben, wobei ein Betreten der übrigen Abteilungen vermieden wurde.

Am 30. März 1896 wurden durch Handarbeit die Erbsen in Reihen gesäet und zwar zunächst auf den ungeimpften Abteilungen und dann auf den geimpften. Pro *a* wurden $1^1/_2$ *kg* ausgesäet.

Über die Vegetation der Erbsen sind folgende Beobachtungen gemacht:

Vom 11. Mai an trat deutlich *der Kalkmangel* des Bodens in Bezug auf das Kalkbedürfnis der Erbsen hervor. Die Abteilungen ohne Mergel und ohne gebrannten Kalk verschlechterten sich im Verhältnis zu den übrigen Abteilungen, indem die Erbsen sich schwächer entwickelten und viele Pflanzen verkümmerten oder eingingen.

Vom 6. Juni an wurde deutlich *die Wirkung der Impferde* wahrgenommen.

Der 10. Juni und die folgende Zeit zeigten folgendes Vegetationsbild: Die Längenentwicklung der Erbsen im allgemeinen und die Dichtigkeit des Bestandes waren gleich auf allen Abteilungen, die gebrannten Kalk und Mergel mit oder ohne Impfung erhalten hatten. Viel kürzer und lückenhafter waren die Erbsen auf den Abteilungen mit Impferde allein und noch kürzer und lückenhafter auf den Abteilungen No. 1, 7, 13.

Ganz anders war die Gruppierung nach der Farbe: Am günstigsten bei Kalk und Impferde, etwas weniger bei Mergel und Impferde, entschieden ungünstiger bei Mergel allein und etwa ebenso bei Impferde allein, noch viel ungünstiger auf den Abteilungen No. 1, 7, 13, aber hier war die Farbe noch mattgrün. Am ungünstigsten und zwar gelbgrün, von weitem sichtbar

[1]) Im Lüneburgischen ist es üblich, pro Morgen wenigstens 60 Centner Westerweyher Mergel zu geben — das ist beinahe die dreifache Menge der hier gegebenen —, um Sandboden erbsenfähig zu machen.

war die Farbe bei Kalk allein. Die letzteren Abteilungen No. 4, 11, 18 zeigten entschieden ein Bild von Stickstoffhunger. Namentlich die unteren Blätter waren gelb.

Dieses Bild veränderte sich nur noch wenig. Am 20. Juni im Beginne der Blüte blieben die Erbsen auf den ungeimpften Abteilungen mit gebranntem Kalk hinter denen mit Mergel in der Längenentwickelung zurück. Auf den Abteilungen mit Impferde allein waren die Erbsen jetzt nur wenig kürzer als auf denen mit gebranntem Kalk allein, aber bedeutend länger als auf No. 1, 7, 13. Die Wirkung von Impferde, selbst ohne Beigabe von gebranntem Kalk und Mergel, tritt jetzt also ganz entschieden hervor. In der Farbe sind die Erbsen bei Mergel allein jetzt besser als bei Impferde allein, die Farbe der ersteren ist gut. Bei Kalk und Impferde ist die Farbe etwas besser als bei Mergel und Impferde.

Interessant sind nun die folgenden Untersuchungen an den Wurzeln der Erbsen. Am 29. Juni, zur Zeit der vollen Blüte, wurde von Br. Tacke, Menkhaus und mir auf jeder Abteilung je eine Reihe der Erbsen ausgehoben, untersucht und gezählt. *Das Verhältnis der Pflanzen mit Knöllchen an den Wurzeln zu der Gesamtzahl der ausgehobenen Pflanzen von jeder Abteilung* habe ich prozentisch berechnet und hier wiedergegeben:

0	No. 1	0,00 %	Pflanzen	mit wenigen, *spärlich* entwickelten Knöllchen an den äussersten Wurzelspitzen.
	„ 7	0,70 „	„	
	„ 13	1,88 „	„	
Impferde	„ 2	37,50 „	„	mit meist *schwach* entwickelten Knöllchen.
	„ 8	60,47 „	„	
	„ 14	49,12 „	„	
Gebrannter Kalk	„ 4	5,97 „	„	mit wenigen, *spärlich* entwickelten Knöllchen an den äussersten Wurzelspitzen.
	„ 11	5,70 „	„	
	„ 18	6,06 „	„	
Westerweyher Mergel	„ 3	33,30 „	„	mit *teilweise kräftig* entwickelten Knöllchen. Die Knöllchenpflanzen sind viel kräftiger und teilweise weiter in der Fruchtbildung, als die knöllchenfreien.
	„ 9	29,65 „	„	
	„ 15	44,20 „	„	
Westerweyher Mergel und Impferde	„ 5	80,00 „	„	die Knöllchen *gut* entwickelt, *traubig*, vielfach nahe der Hauptwurzel. Die Pflanzen ohne Knöllchen viel schwächlicher.
	„ 12	82,85 „	„	
	„ 16	81,46 „	„	
Gebrannter Kalk und Impferde	„ 6	92,45 „	„	die Knöllchen *gut* entwickelt, *traubig*, vielfach nahe der Hauptwurzel. Die Pflanzen ohne Knöllchen viel schwächlicher.
	„ 10	95,80 „	„	
	„ 17	96,72 „	„	

Am 6. August wurde die Ernte lufttrocken gewogen und dabei von jeder Versuchsreihe je eine Durchschnittsprobe von Korn und Stroh an die Moor-Versuchs-Station in Bremen zur Stickstoffbestimmung gesendet.

Ernte des Erbsen-Versuchsfeldes bei Reinel in Darme 1896.

Von A. Salfeld selbst sämtlich gewogen am 6. August.

Jede Abteilung enthielt 100 *qm*. Von jeder Abteilung ist im Juni durch Aufgraben je eine Reihe, also der 23. Teil verloren gegangen.	Nummer der Abteilung	Korn	Gesamtgewicht (Korn, Stroh, Schoten, Staub)	Durchschnitt		
				Korn	Stroh	Gesamtgewicht
		kg	*kg*	*kg*	*kg*	*kg*
I. 0 Impferde, 0 Kalk, 0 Mergel .	1	3,410	7,820			
desgl.	7	3,735	8,040	3,530	4,080	7,610
desgl.	13	3,444	6,970			
II. Impferde allein	2	4,480	9,320			
desgl.	8	5,800	11,100	5,055	4,758	9,813
desgl.	14	4,885	9,020			
III. Westerweyher Mergel allein . .	3	6,705	13,305			
desgl.	9	6,850	13,130	6,652	6,163	12,815
desgl.	15	6,400	12,011			
IV. Ätzkalk allein	4	4,925	10,865			
desgl.	11	4,493	9,080	4,754	5,134	9,888
desgl.	18	4,845	9,720			
V. Impferde u. Westerweyher Mergel	5	6,750	13,690			
desgl.	12	7,055	13,115	7,285	6,577	13,862
desgl.	16	8,050	14,780			
VI. Impferde und Ätzkalk	6	8,335	16,295			
desgl.	10	7,340	13,870	8,088	7,217	15,305
desgl.	17	8,590	15,750			

	Ernte lufttrocken			Ernte trocken			Stickstoff in der Trockensubstanz		Stickstoff in der Trockensubstanz		
	Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh	Korn	Stroh	Korn	Stroh	Korn und Stroh
	g	*g*	*g*	*g*	*g*	*g*	%	%	*g*	*g*	*g*
I. Ohne Impferde, ohne Kalk, ohne Mergel	3530	4080	7 610	2946	3032	5 978	3,137	0,738	92,416	22,376	114,792
II. Impferde allein . .	5055	4758	9 813	4199	4010	8 209	3,870	0,933	162,501	37,413	199,914
III. Westerweyher Mergel allein . .	6652	6163	12 815	5531	5219	10 750	4,033	0,906	223,065	47,284	270,349
IV. Ätzkalk allein . .	4754	5134	9 888	4063	4390	8 453	3,265	0,840	132,657	36,876	169,533
V. Impferde u. Westerweyher Mergel . .	7285	6577	13 862	6187	5493	11 680	4,175	0,962	258,307	52,843	311,150
VI. Impferde und Ätzkalk	8088	7217	15 305	6826	5954	12 780	4,093	1,000	279,388	59,540	338,928

Wenn wir nun die verschiedenen Ergebnisse dieses Versuches überblicken, so kommen wir zu nachstehenden Folgerungen:

1. Die Versuchsfläche eignete sich in hohem Grade zur Anstellung von Impfversuchen; denn auf den drei Abteilungen 1, 7, 13, die nur Kunstdünger erhielten, war fast gar keine Knöllchenbildung bei den Erbsen eingetreten und hier auch nur sehr verspätet und in schwacher Entwickelung an den äussersten Wurzelspitzen. Nicht viel stärkere Knöllchenbildung hatte stattgefunden auf den Abteilungen 4, 11, 18 mit gebranntem Kalk ohne Impferde.

2. Zugleich zeigte sich, dass der Boden im Verhältnis zu dem Bedürfnis der Erbsen viel zu arm an Kalk war, wie sich dieses sogleich am Anfange der Vegetation bei den Abteilungen ohne Kalk und Mergel durch Verkümmern und Eingehen vieler Pflanzen äusserte. Bei der Untersuchung der Knöllchenbildung fanden wir, dass Impferde ohne Kalk und Mergel zwar eine Knöllchenbildung bewirkt hatte, aber diese Knöllchen waren meist schwach entwickelt. Bedeutend reichlicher und kräftiger waren die Knöllchen auf den Abteilungen, wo ausser Impferde Mergel oder gebrannter Kalk gegeben waren. Auf den Abteilungen ohne Mergel oder Kalk hatte die Impferde nicht zur Wirksamkeit kommen können, weil der Boden infolge der früheren Düngung mit Heideplaggen wahrscheinlich zu sauer war.

3. *Das Hauptergebnis dieses Versuches ist, dass der gebrannte Kalk die Wirksamkeit der Impferde nicht geschädigt hat.* Die Knöllchenbildung und die durchschnittlichen Erträge an Korn und Stroh sind sogar in der Versuchsreihe mit Impferde und Ätzkalk reichlicher und höher, als in der 5. Versuchsreihe mit Impferde und Mergel. Dieses Ergebnis stimmt genau mit den Gefässversuchen von Br. Tacke vom Jahre 1896 überein. Da der gebrannte Kalk, wie wir gleich darthun werden, in einer anderen Richtung, nämlich in Bezug auf den Stickstoffvorrat des Bodens, schädigend gewirkt hat und auch auf den Abteilungen mit Mergel ohne Impferde es zu einer viel reichlicheren und kräftigeren Knöllchenbildung als auf den Abteilungen mit gebranntem Kalk ohne Impferde gekommen ist, so tritt auf den geimpften Abteilungen um so mehr die Begünstigung der Knöllchenbildung durch gebrannten Kalk im Verhältnis zum Mergel hervor, wie dieses aus der mitgeteilten Untersuchung der Erbsenwurzeln, sowie aus den Korn- und Stroherträgen zu ersehen ist.

4. *Von besonderer Wichtigkeit ist ferner bei diesem Versuche die Wirkung von gebranntem Kalk im Vergleich zu Mergel auf den ungeimpften Abteilungen.* Auf den ersteren Abteilungen fast gar keine Knöllchenbildung, auf den letzteren ziemlich reichlich und kräftige Knöllchenbildung. Die Abteilungen mit Ätzkalk zeigten bei dem Fortschreiten der Vegetation grossen Stickstoffhunger, dagegen sahen die Abteilungen mit Mergel viel günstiger aus. Diesen Erscheinungen während der Vegetation entsprachen die Korn- und Stroherträge bei Ätzkalk und Mergel. Wenn nun auch die günstigere Entwicklung der Erbsen bei Mergel teilweise durch die bedeutend reichlichere und kräftigere Knöllchenbildung veranlasst worden ist, so ist

doch andererseits auch der geringere Ertrag bei Ätzkalk in der Einwirkung desselben auf den Bodenstickstoff zu suchen, wie Br. Tacke oben bewiesen hat. Es ist leicht zu erklären, weshalb die Erträge bei Mergel im Verhältnis zu Ätzkalk bei diesem Feldversuche so bedeutend höher waren, als bei den Gefässversuchen von Br. Tacke im Jahre 1896, obgleich Br. Tacke viel mehr Kalk gegeben hat als ich bei unserem Feldversuche. Wir gaben Ätzkalk und Mergel schon im Herbst vorher, Ende Oktober, Br. Tacke gab dagegen Ätzkalk und Mergel unmittelbar vor Aussaat der Erbsen. Bei unserem Feldversuch hatten also die reichlichen Niederschläge während der Dauer von etwa 5 Monaten den durch den Ätzkalk in stärkerem Masse in salpetersaure Salze umgebildeten Bodenstickstoff in dem sehr durchlässigen Boden zum Teil in die Tiefe waschen können.

5. Interessant ist die letzte Tabelle. Aus der Stickstoffbestimmung der Ernte ergiebt sich, dass den Erbsen bei Ätzkalk ohne Impferde in der Versuchsreihe IV verhältnismässig wenig Bodenstickstoff zur Verfügung stand.

Wie Br. Tacke bin auch ich jetzt der Ansicht, dass bei unserem ersten Versuche in Darme im Jahre 1894 die zu Erbsen gegebene, von einem früheren Erbsenfelde entnommene Impferde sowohl auf der Ätzkalkfläche wie auf der Mergelfläche durchaus nicht zur Wirkung gekommen ist, wahrscheinlich weil diese Impferde lange bei trockenem und sonnigem Wetter oben auf dem Acker lag, bevor sie eingeeggt wurde. In einem späteren Jahre haben wir bei Pisum arvense (Peluschke) eine derartige Beobachtung über die Nichtwirksamkeit der Impferde gemacht. Im Jahre 1894 war nur zu Erbsen und Peluschke Impferde gegeben, aber nicht zu Linse und spanischer Platterbse — Lathyrus clymenum —; bei allen diesen 4 Leguminosen waren die auffälligen Unterschiede zwischen der Ätzkalkseite und Mergelseite vorhanden, nämlich fast keine Knöllchenbildung und ausgeprägter Stickstoffhunger bei Ätzkalk, und dagegen reichliche Knöllchenbildung und üppige Entwicklung bei Mergel. Der Versuch des Jahres 1895/96 lässt vermuten, dass auch die Versuchsfläche des Jahres 1894, die von ähnlicher Beschaffenheit war, beinahe ganz frei von geeigneten Knöllchenbakterien war. Ich vermute, dass der für den Versuch im Jahre 1894 benutzte Westerweyher Mergel viel reicher an Knöllchenbakterien war, als der für den Versuch im Jahre 1896 verwendete; denn im Jahre 1894 war bei Mergel die Knöllchenbildung eine bedeutend reichlichere und kräftigere, als auf den ungeimpften Mergelabteilungen im Jahre 1896. So viel mir erinnerlich ist, hat der Mergel für das Jahr 1894 mehrere Monate vor der Verwendung in einer Heuscheune gelegen, um gegen Regen geschützt zu werden. Jedenfalls haben wir jetzt aus den Versuchen von Br. Tacke in Bremen und unserem zweiten Feldversuche in Darme im Jahre 1896 die Überzeugung gewonnen, dass Ätzkalk in der in Bremen angewendeten Quantität die Wirksamkeit der Knöllchenbakterien keineswegs schädigt.

Die von Br. Tacke durch verschiedene Versuche nachgewiesene schädliche Einwirkung von gebranntem Kalk in hohem, leichtem Sandboden auf

den im Boden befindlichen Vorrat von Stickstoff-Verbindungen erklärt viele Beobachtungen, die man hier früher gemacht hat und nur teilweise zu erklären wusste. Vor längeren Jahren, als noch weniger tierischer Dünger zur Verfügung war, hat man in der hiesigen Gegend an vielen Orten auf leichten, trockenen Böden sehr schlechte Erfahrungen mit Ätzkalk gemacht, namentlich lange Jahre hintereinander bei Winterroggen. Je weniger tierischer Dünger und Gründüngung angewendet werden, um so kleinere Mengen von hochprozentigem Mergel und namentlich von gebranntem Kalk sollte man auf hohem, leichtem Sandboden verwenden und nach dem Vorschlage von Br. Tacke möglichst kurz vor der Bestellung, d. h. der Aussaat des Sommers. Wo Erbsen und Klee nicht gebaut werden können oder sollen, da sollte man pro Hektar auf leichtem, hohem Sandboden nicht mehr als 800 *kg* gebrannten Kalk geben. Das Kalkbedürfnis wird noch geringer sein, wenn häufig Thomasphosphatmehl verwendet wird.

VIII. Über Saatmischungen für Dauerwiesen und Dauerweiden auf den Moorböden des norddeutschen Tieflandes mit Rücksicht auf die Ökologie der Wiesen.

Von

C. A. Weber.

I. Veränderlichkeit der Vegetation willkürlich angesäter Wiesen. Nutzen der Aussaat nach bestimmten Principien.

Wenn man eine Fläche, die als Dauerwiese oder Dauerweide dienen soll, mit einer beliebigen Samenmischung ansät, so setzt sich der daraus hervorgegangene Bestand zunächst aus den angesäten Gewächsen zusammen, vorausgesetzt, dass sie überhaupt zur Entwicklung gelangt sind.

Wird der Bestand aber einige Jahre später untersucht, während deren die Fläche regelmässig gedüngt und gemäht oder beweidet wurde, so hat er gewöhnlich eine mehr oder minder weitgehende Änderung erfahren, sei es dadurch, dass sich einzelne Gewächse der ursprünglichen Saatmischung stärker ausgebreitet haben, andere dagegen zurückgegangen oder gar verschwunden sind, oder sei es, dass sich neue Gewächse, die man nicht ausgesät hatte, in den Bestand eingedrängt haben. Ja, die Änderung kann so weit gehen, dass nach einer gewissen Reihe von Jahren die ursprünglich angesäten Gewächse von der Fläche gänzlich verschwunden sind, und dass man an ihrer Stelle ganz andere wahrnimmt.[1])

Diese Erscheinung erklärt sich dadurch, dass die Grasflur einer gegebenen Örtlichkeit eine natürliche Vergesellschaftung von Gewächsen darstellt, die alle das miteinander gemein haben, dass sie unter den gegebenen natürlichen Verhältnissen des Standortes und den durch die Bewirtschaftung dargestellten künstlichen zu gedeihen vermögen. Je nach der Trockenheit des Standortes und des Klimas und dem Reichtum des Bodens an aufnehmbaren Pflanzennährstoffen werden die Wiesen von verschiedenen Pflanzen-

[1]) Im landwirtschaftlichen Wochenblatte für Schleswig-Holstein (1892 No. 3) habe ich ein Beispiel einer derartigen Umwandlung erörtert, das ich während des Vorgangs beständig vor Augen gehabt hatte. Bereits im vierten Jahre nach der Aussaat waren die ausgesäten Gewächse, Rotklee, Weissklee, Bastardklee, Timotheegras, Ackertrespe, englisches und italienisches Raygras entweder ganz oder grösstenteils verschwunden und ersetzt durch Honiggras, gemeines Rispengras, Wiesenrispengras, Ruchgras, Kammgras, roten Schwingel, Vogelmilbe und kriechenden Hahnenfuss.

vereinen gebildet, deren jeder sich wiederum in verschiedene Untervereine oder Typen sondert, je nachdem eben die besonderen Verhältnisse der Feuchtigkeit, der Boden, die Düngung, die Pflege und die Nutzungsart der Wiesen mehr die eine oder die andere Pflanzengruppe oder Pflanzenart des Vereins hervortreten lassen.

Von den Gewächsen, die man daher auf einer als Dauerwiese oder Weide zu nutzenden Fläche ausgesät hat, bleiben nur solche dauernd in dem Bestande, die demjenigen Pflanzenvereine angehören, welcher der Fläche von Natur zukommt. Alle anderen müssen nach einiger Zeit verschwinden. Denn aus den oft zahllosen Samen wilder Gräser und anderer Gewächse, die durch Wind und Tiere oder unabsichtlich durch den Menschen herbeigeführt werden, entwickeln sich alsbald zahlreiche Pflanzen, von denen aber diejenigen, welche dem natürlichen Bestande des Ortes angehören, am besten gedeihen und alle ihm nicht angehörenden schliesslich unterdrücken.[1])

Die von der Menschenhand oder von der Natur selbst angesäten Wiesengewächse lassen sich nämlich in solche von dreierlei Art sondern: 1. in Gewächse, die durch Ungunst des Standortes und Klimas (oder durch die Art der Nutzung) unmittelbar mehr oder weniger geschädigt werden; 2. in Gewächse, die zwar nicht geschädigt werden, gegen die Einflüsse des Standortes u. dergl. mehr indifferent sind und recht gut dauernd gedeihen könnten, wenn nicht 3. die Gewächse vorhanden wären oder sich auf dem angedeuteten Wege einstellten, die unter den gegebenen Verhältnissen des Standortes und Klimas besonders üppig gedeihen und alle anderen im Kampfe um die Stelle überflügeln.

Im Grunde genommen wäre es demnach gleichgültig, mit welchen Gras- und Kleesämereien wir eine Dauerwiese anlegen. Denn im Laufe der Jahre bildet sich unter dem Einflusse beständigen Mähens und Weidens doch immer eine für die Verhältnisse passende Grasflur von selbst heraus.[2])

[1]) Unter den von der Natur ausgestreuten Samen und Früchten sind auch die von Bäumen und Sträuchern. Die aus ihnen hervorgehenden Gewächse werden, wie ich bei einer frühern Gelegenheit ausgeführt habe (Über das natürliche Grasland etc. Schr. d. naturw. Ver. f. Schleswig-Holstein Bd. IX, S. 179 f.), durch das regelmässige Mähen oder Beweiden vernichtet. Andernfalls gehen die Grasfluren an den meisten Örtlichkeiten nach sehr kurzem Bestehen, bei extensiverer Benutzung in Heide, sonst aber in ein waldartiges Gebüsch oder in einen Wald über.

[2]) Insofern ist auch die gelegentlich geäusserte Bemerkung richtig, dass man die „gelbblühenden Kleearten“ nicht anzusäen nötig hat. Man hat eigentlich gar nicht nötig etwas anzusäen, und in der That überliess man es früher ausschliesslich der Natur, den zur Wiese oder Weide bestimmten, gebrochen gewesenen Boden in solche umzuwandeln, ohne dass man irgend etwas anderes als höchstens ein wenig Klee einstreute. Aber dieselben Gründe, die dazu geführt haben, derartige Anlagen mit den zur Dauer bestimmten Gewächsen in ausgiebiger Menge zu besäen, lassen es doch rätlich erscheinen, ein gleiches Verhalten gegenüber solchen gelbblütigen Schmetterlingsblühern einzuhalten, die uns als wertvoll erscheinen, wie die Hornkleearten (Lotus corniculatus *L.* und Lotus uliginosus *Schk.*) auf Dauerwiesen und Weiden und der Hopfenklee (Medicago lupulina *L.*) auf den Weiden der Moorböden. Auf mineralischen Bodenarten kämen ja auch noch andere der hierher gehörigen Schmetterlingsblüher in Betracht.

Allein gewöhnlich erfolgt die Einwanderung der wilden Pflanzen nicht in solcher Menge und mit solcher Geschwindigkeit, dass dadurch der Bestand fortgesetzt so dicht ist, wie es für den Ertrag von Vorteil wäre. Oft genug lichten sich die für den Standort ungeeigneten Gewächse, die wir angesät haben, viel früher, als eine hinreichende Zahl von ertragreichen wilden Pflanzen zum Ersatze vorhanden ist.

So erklärt es sich, dass eine Wiese, die man, wie so häufig des billigen Preises wegen geschieht, mit einer aus Timotheegras, englischem nebst italienischem Raygras, Kleearten und, wenn überhaupt, so doch aus möglichst wenig der teuren Dauergräser gebildeten Mischung angesät hat, nachdem sie ein oder zwei Jahre hindurch hohe Erträge geliefert hat, nunmehr im Ertrage nachlässt und sich erst im Laufe der folgenden Jahre mehr oder minder langsam erholt.

Besonders langsam erfolgt dieses Erholen, wenn es an solchen alten Wiesen in der Nähe der neu angelegten fehlt, die *dem* Typus entsprechen, der aus wirtschaftlichen Gründen der wünschenswerteste ist. Denn es ist klar, dass um so weniger Samen wilder Gewächse auf unsere Fläche gelangen werden, je weiter die Entfernung ist, aus der sie herbeigeführt werden müssen. Besonders macht sich dies bei solchen Wiesenanlagen geltend, die sich mitten in grossen Hochmooren, oft meilenweit von den nächsten Naturwiesen entfernt befinden.

Aber selbst da, wo Boden und Klima den Graswuchs besonders begünstigen und ausgedehnte benachbarte Grasfluren die rasche Besiedelung jedes brach liegenden Landes mit Gräsern und Schmetterlingsblühern in kurzer Zeit zu einer vollständigen machen, darf man keineswegs darauf zählen, immer eine gute Wiese zu erhalten, wenn man eine der Menge und Zusammensetzung nach ungeeignete Saatmischung anwendet oder gar jede Ansaat unterlässt.

Jede wilde Grasflur enthält nämlich Gewächse von verschiedenem Nutzwerte, und gerade viele der wertvollsten Wiesengewächse gelangen infolge des Mähens selten zur Samenbildung. Aber auch die anderen, öfters vorher reifenden, wie die Rispengräser, das Honiggras, der Wiesenfuchsschwanz, bringen nicht alle in demselben Jahre stets gleich viel Samen hervor, sondern die Witterungsverhältnisse begünstigen manchmal ein schlechtes Gewächs in einem Jahre mehr als ein besseres, oder ein leichter Spätfrost, der gerade zur Blütezeit eines bessern Grases eintritt, verhindert seine Samenbildung einmal gänzlich. Es tritt demgemäss für unsere neu angelegte Wiese die Gefahr ein, dass die Lücken in ihrem Bestande durch den Anflug geringwertiger oder schlechter Gräser oder gar breitblättriger oder schädlicher Unkräuter gefüllt werden. Hat sich aber erst ein solcher minderwertiger Typus ausgebildet und die Narbe fest geschlossen, so wird es besseren Wiesengewächsen nicht mehr leicht, sich einzudrängen, wenn man es nicht durch besondere Massregeln befördert.

Alle diese Umstände führen zu dem Schlusse, dass es in den allermeisten Fällen, wo es sich um die Bildung einer guten Dauerwiese oder

Dauerweide handelt, richtiger ist, die Ansaat nach Art und Menge der einzelnen Pflanzenarten von vornherein so einzurichten, wie es dem erwünschten natürlichen Dauerbestande entspricht, wobei man seine Auswahl im allgemeinen auf solche Gewächse beschränken wird, von denen man sich nach Massgabe der Verhältnisse den grössten Nutzen verspricht, und auf solche, deren Samen ohne Schwierigkeiten zu haben sind.

II. Die wichtigsten Haupttypen nutzbarer Wiesen des norddeutschen Tieflandes.

Es wird daher zweckmässig sein, die wichtigsten Wiesentypen, deren Vorkommen wegen ihres landwirtschaftlichen Nutzens erwünscht ist, wenigstens in der Kürze und mit Rücksicht auf unsern Zweck, nach ihrem Vorbilde die Saatmischungen für Dauerbestände einzurichten, etwas näher anzusehen. Es soll dabei die Frage, ob es nicht wirtschaftlich richtiger wäre, unter Umständen und nach Abwägung der beiderseitigen Vorteile und Nachteile an Stelle der Dauerbestände Wechselwiesen oder Wechselweiden treten zu lassen, als ausserhalb unseres Planes liegend nur gestreift werden.

Die betreffenden Typen sind solche, die auf einem von Natur reichen oder auf einem reichlich und in angemessener Weise gedüngten Moorboden im norddeutschen Tieflande vorkommen.

1. Der Typus des Wiesenrispengrases.

Das herrschende Gras ist das Wiesenrispengras (Poa pratensis *L.*), wozu sich gewöhnlich reichlich das gemeine Straussgras (Agrostis vulgaris *With.*) gesellt. Namentlich im östlichen Teile unsers Gebietes ist auch der Glatthafer oder das französische Raygras (Arrhenatherum elatius *M. et K.*) oft in ansehnlicher Menge vorhanden. Das Timotheegras (Phleum pratense *L.*), der Rotschwingel (Festuca rubra *L.*), das Ruchgras (Anthoxanthum odoratum *L.*), das wollige Honiggras (Holcus lanatus *L.*), die weiche Trespe (Bromus mollis *L.*), das Kammgras (Cynosurus cristatus *L.*) und die Quecke (Agropyrum repens *P. B.*) sind mehr oder weniger reichlich vertreten, oft auch der weichhaarige Hafer (Avena pubescens *L.*). Gewöhnlich nur in der Nähe von Gebüsch oder von schattenden Bäumen, seltener auf offenen Wiesenflächen selbst, erscheint auch das Knaulgras (Dactylis glomerata *L.*).

Von schmetterlingsblütigen Gewächsen sind beachtenswert: der wilde Rotklee (Trifolium pratense perenne *Hort.*), der Weissklee (Trifolium repens *L.*), der gehörnte Schotenklee (Lotus corniculatus *L.*), die Wiesenplatterbse (Lathyrus pratensis *L.*), die Vogelwicke (Vicia Cracca *L.*) und die Zaunwicke (Vicia sepium *L.*). Auch die Hopfenluzerne (Medicago lupulina *L.*) ist zuweilen in Menge vorhanden.

Dieser Typus setzt eine gewisse mässige Trockenheit des Bodens und der Luft voraus. Im ausgesprochenen Seeklima Norddeutschlands vermeidet er daher gewöhnlich die Niederungsmoore und erscheint da nur dann, wenn sie ziemlich stark entwässert sind. Dagegen ist er mir auf solchem Boden öfters im Binnenlandsklima, namentlich des nordöstlichen

Deutschlands, begegnet. Auf unabgetragenem Hochmoorboden entsteht er auch im Nordwesten, vorausgesetzt, dass dieser Boden nur mässig entwässert ist. Sobald die Entwässerung hier zu stark wird, treten an seine Stelle andere, wertlose Bestände.

Der Typus des Wiesenrispengrases liefert in zwei Schnitten ein gutes, aber kurzes, als Pferdeheu schätzenswertes Futter. Der Ertrag ist besonders im zweiten Schnitte gewöhnlich recht gering, wenn die Gräser im Bestande vorherrschen, und nur dann einigermassen befriedigend, wenn reichlich Klee vorhanden ist. An Stelle dieses Dauerbestandes würde in vielen Fällen, soweit es sich um die Heugewinnung handelt, die Einrichtung von 4—5 jährigen Wechselwiesen vorteilhafter sein. Dagegen ist sein Wert als Dauerweide für Jungvieh und für Pferde unbestreitbar, namentlich wenn ein nährstoffreicher Boden ein verhältnismässig ausgiebiges Nachwachsen der abgeweideten Flächen ermöglicht.

2. Der Typus des gemeinen Rispengrases.

Der Typus des gemeinen Rispengrases (Poa trivialis *L.*) enthält neben der herrschenden Pflanze, nach der er bezeichnet ist, gewöhnlich noch Ruchgras, Timotheegras, Wiesenrispengras, Kammgras, Honiggras, Rasenschmiele (Deschampsia caespitosa *P. B.*), kriechenden Rotschwingel, Wiesenschwingel (Festuca pratensis *Huds.*) und weiche Trespe, oft auch in grosser Menge das weisse Straussgras oder Fioringras (Agrostis alba *L.*), den Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis *L.*) und den geknieten Fuchsschwanz (Alopecurus geniculatus *L.*), mehr untergeordnet die Quecke (Agropyrum repens *P. B.*) und gelegentlich die traubige Trespe (Bromus racemosus *L.*).

Von Schmetterlingsblühern, die in diesem Typus oft reichlich vorkommen, sind dieselben zu nennen wie in dem ersten Typus, meist ist aber der gehörnte Schotenklee auszunehmen. Zu diesen kommt zuweilen noch der Bastardklee (Trifolium hybridum *L.*) und der Sumpf-Schotenklee (Lotus uliginosus *Schk.*).

Der Typus des gemeinen Rispengrases ist im Vergleich zu dem des Wiesenrispengrases an feuchtere Lagen gebunden. Im nordöstlichen Deutschland ist er nur selten in der geschilderten Art in grösserer Ausdehnung entwickelt. Häufiger findet er sich im Küstengebiete der Nordsee auf verschiedenen Bodenarten und in mancherlei Abänderungen. Er ist zuweilen auch auf nichtabgetragenem Hochmoor vorhanden, jedoch nur an solchen Stellen, die durch Abmullen eine tiefere, feuchtere Lage erhalten haben. Ebenso trifft man ihn auf höher liegenden Teilen des abgetragenen Hochmoorbodens.

Dieser Typus liefert nur im ersten Schnitte einen guten Ertrag. Im zweiten bringt er einen solchen nur dann, je weniger rein er entwickelt ist, d. h. je mehr das gemeine Rispengras gegen die Schmetterlinsblüher und die anderen Gräser zurücktritt.

Wo man dagegen an Stelle des zweiten Schnittes die Weide treten lässt, wie vielfach in den Küstenländern der Nordsee, erfreut sich dieser Typus grosser Wertschätzung. Das im ersten Schnitte reichlich gewonnene Heu ist als Pferdefutter sehr geschätzt, und in den Pferde züchtenden Teilen Schleswig-Holsteins sucht man sich die Gewinnung dieses Futters vor allem andern zu sichern, zumal die herrschende Grasart zu rechtzeitigem Schneiden nötigt. Auch an Stelle dieses Typus dürften zuweilen, besonders in kleineren Wirtschaften mit geringem Wiesenbesitze, Wechselwiesen von 5—7 jähriger Dauer mit mehr Vorteil angebracht sein.

3. Der Typus des Wiesenschwingels.

Der Wiesenschwingeltypus enthält neben der herrschenden Art (Festuca pratensis, *Huds.*) im allgemeinen dieselben Nebenbestandteile wie der vorige Typus einschliesslich des gemeinen Rispengrases. Dagegen tritt die Wiesenplatterbse zurück oder fehlt gänzlich. Ebenso fehlt der gehörnte Schotenklee immer. Dafür erscheint der Sumpf-Schotenklee als regelmässiger Bestandteil oft in grosser Menge, und die Vogelwicke ist oft überaus reichlich vorhanden.

Der Typus verlangt einen dauernd feuchten Boden. Wenn diese Bedingung erfüllt ist, so gedeiht er sowohl auf Niederungsmoor wie auf abgetragenem Hochmoore. Sein Platz ist besonders auf unbesandetem Niederungsmoore, bei einem Abstande von 30—50 *cm* zwischen der Wiesenfläche und dem Grundwasser während des Sommers, und auf abgetragenem, bekuhltem, mit Sand gemischtem oder reinem Hochmoorboden bei ähnlicher Wasserhaltung. [1]) Im Winter darf der Wasserstand höher sein, aber nicht regelmässig oder doch nur auf kurze Zeit über die Narbe selbst treten. Auf nichtabgetragenem Hochmoore habe ich diesen Typus bisher nicht gefunden.

Die Wiesenschwingelwiese ist ebenso zur Mahd wie zur Weide geeignet. Sie liefert in beiden Schnitten einen hohen Ertrag und das Futter ist für Rinder wie Pferde gleich wertvoll.

4. Der Typus des flutenden Mannagrases.

Das flutende Mannagras (Glyceria fluitans *R. Br.*) ist hier meist stark an der Bestandesbildung beteiligt. Ausserdem ist das weisse Straussgras und der Wiesenschwingel in grosser Menge vorhanden. Von anderen beachtenswerten Gräsern ist zuerst das Rohrglanzgras (Phalaris arundinacea *L.*) zu nennen, ferner das Schilfrohr (Phragmites communis *Trin.*), der Wiesenfuchsschwanz, der gekniete Fuchsschwanz, das gemeine Rispengras und zuweilen auch das Sumpfrispengras (Poa palustris *Rth.*). Von Schmetterlingsblühern kommt regelmässig der Sumpf-Schotenklee, oft auch die Vogelwicke und zuweilen in grosser Menge die Sumpfplatterbse (Lathyrus paluster *L.*) vor. Weissklee und Bastardklee treten gewöhnlich nur spärlich auf oder fehlen. Wilder Rotklee fehlt meist immer.

[1]) Es wird vorausgesetzt, dass der Abstand der Gräben und ihr Querprofil dem Wasserandrange entsprechend bemessen ist.

Der Typus findet sich auf nassem Boden sowohl des Niederungsmoores wie des abgetragenen Hochmoores, wo selbst während der trockensten Sommermonate das Wasser nur etwa 10—20 *cm* unter der Wiesenoberfläche steht, während diese im Winter und Frühling oft wochenlang überflutet ist.

Dieser Typus gewährt in zwei Schnitten gute Erträge. Das Futter ist für Pferde und Rinder wertvoll, für die ersteren besonders dann, wenn die gröberen Gräser, wie das Rohrglanzgras, mehr zurücktreten oder wenigstens sehr früh geschnitten werden.[1]) Auch als Weide erfreut sich dieser Typus im allgemeinen einer hohen Wertschätzung.

Diese vier Typen, die alle auf Moorböden Norddeutschlands vorkommen, sind nicht durch scharfe Grenzen voneinander geschieden, wie schon aus der Betrachtung ihrer Zusammensetzung hervorgeht.

Auch kann, wie bereits angedeutet wurde, an ihrer Stelle ein anderer Typus dadurch zur Ausbildung kommen, dass eines der unter ihren Begleitern genannten Gräser, zuweilen auch ein ganz anderes, die Oberhand gewinnt.

So ist der Typus des Wiesenrispengrases auf den Mooren oft ersetzt durch den des gemeinen Straussgrases (Agrostis vulgaris *With.*). Auf Hochmooren erscheint an Stelle der beiden ersten Typen nicht selten der des weichen Honiggrases oder der Hochmoorquecke (Holcus mollis *L.*), oder des Ruchgrases (Anthoxanthum odoratum *L.*), zuweilen, auch auf Niederungsmooren, der des kriechenden Rotschwingels (Festuca rubra *L.*). An Stelle der Typen zwei und drei sieht man nicht selten den der Rasenschmiele (Deschampsia caespitosa *P. B.*) oder den des wolligen Honiggrases (Holcus lanatus *L.*), an Stelle des Typus vier oft den des weissen Straussgrases (Agrostis alba *L.*), des Rohrglanzgrases (Phalaris arundinacea *L.*), des Schilfrohres (Phragmites communis *Trin.*), der Spitzsegge (Carex acuta *L. e.p.*), des Schlammschachtelhalmes (Equisetum limosum *L.*) u. s. w. Das sind Typen, die entweder minder wertvoll als die geschilderten, oder gar wertlos sind. Aber sie können dem, der entscheiden soll, welchen brauchbaren Typus er bei der Verbesserung oder Neuanlage einer Wiese an der Stelle anstreben muss, einen deutlichen Wink geben und ihn in die Lage setzen, darnach die Saatmischung einzurichten, vorausgesetzt natürlich, dass ihm die botanischen Verhältnisse der Wiesen eingehend vertraut sind.

Ähnliches gilt von den Unkräutern, die sich manchmal in grosser Menge an Stelle unserer aufgestellten Typen breit machen, wie der kriechende Hahnenfuss (Ranunculus repens *L.*), der Bach-Nelkenwurz (Geum rivale *L.*), die Sumpfspiere (Ulmaria palustris *Mnch.*), der gemeine Wiesenknopf

[1]) Nur wenn es sich darum handelt, das Heu als Füllfutter zu verwenden, wie häufig bei schweren Lastpferden, die wesentlich mit Körnern ernährt werden, so wird auch das grobstengelige und selbst überwiegend aus hochwüchsigen Carex-Arten bestehende Heu, wie vielfach in grossen Städten (z. B. auch in Bremen), als Pferdeheu bezeichnet und entsprechend bezahlt, sobald es gut gewonnen ist.

(Sanguisorba officinalis *L.*), die Bärenklau (Heracleum Sphondylium *L.*), der Wiesenkerbel (Anthriscus silvestris *Hoffm.*), die Wiesendistel (Cirsium oleraceum *Scop.*), der Wiesenknöterich oder die Hirschzunge (Polygonum Bistorta *L.*), der Sumpfschachtelhalm (Equisetum palustre *L.*) und noch viele andere, der Moose gar nicht zu gedenken.

Derartige ungünstige Erscheinungen auf den Wiesen können aber meist auf Ursachen zurückgeführt werden, die in der Hand des Menschen liegen. In erster Linie ist mangelhafte oder ungeeignete Düngung zu nennen. So fand ich den Typus des Ruchgrases immer auf solchen Hochmoor- und manchen Niederungsmoorwiesen, die längere Zeit hindurch nur mit Kompost gedüngt waren. Dasselbe gilt von dem des kriechenden Rotschwingels. Auch unzulängliche oder einseitige Düngungen mit Mineraldüngern haben zuweilen ähnliche Erfolge. Man darf eben nicht vergessen, dass sich von allen Bedingungen, von denen die Vegetation der besseren Wiesen abhängt, auf den Hochmooren sämtliche, auf den Niederungsmooren wenigstens einige der wichtigsten Nährstoffe im Minimum befinden.

Ferner sind es Fehler in dem Feuchtigkeitszustande, in der Wasserhaltung, oder doch wenigstens eine unzutreffende Beurteilung dieser Verhältnisse bei der Anlage der Wiesen, wodurch die Ausbildung eines andern als des erwünschten Bestandes veranlasst wird. Allzu starke Entwässerung lässt auf den Hochmoorböden an Stelle des Wiesenrispengrastypus viel mehr den Bestand der geschlängelten Schmiele (Deschampsia flexuosa *Trin.*), des weichen Honiggrases oder des Schafschwingels (Festuca ovina *L.*) mehr oder minder weit hervortreten. Umgekehrt begünstigt mangelhafte Entwässerung der Niederungsmoore und abgetragenen Hochmoore zuweilen das Umsichgreifen der Spitzsegge (Carex acuta *L. e. p.*) im vierten Typus. Ungünstige Änderungen im Bestande der Wiesen sind oft durch die Vernachlässigung der Gräben verschuldet.

Häufig trägt auch die verkehrte oder zu schwache Ansaat die Schuld daran, dass sich infolge des Eindringens wilder Gewächse ein weniger günstiger Typus entwickelte, als man erwartete, oder man versäumte es, wenn die erste Ansaat infolge der Witterung, der mangelhaften Reinheit und Keimfähigkeit des Saatgutes, der unpassenden Deckfrucht oder dergl. teilweise oder gänzlich missglückte, rechtzeitig und in ausreichender Menge Nachsaaten zu veranstalten.

Nicht selten sieht man auf den oft über viele Quadratkilometer ausgedehnten und zuweilen hundertfünfzig und mehr Jahre alten Naturwiesen Norddeutschlands, die denselben Boden haben und in gleicher Weise behandelt wurden, auffallend verschiedene Bestände. Es wechseln ganz regellos solche, in denen hochwüchsige Gräser wie Wiesenfuchsschwanz, Wiesenschwingel und Rasenschmiele vorherrschen, mit solchen, wo der Graswuchs nur niedrig ist und sich vorwiegend aus Rispengräsern, kriechendem Rotschwingel, Kammgras und Zittergras (Briza media *L.*) zusammensetzt. Eine gewisse Ausgleichung des Wertes dieser verschiedenen Bestände findet dadurch statt, dass in dem niedrigen Grasrasen oft Kleearten in

grosser Menge auftreten, während sie in den hohen und dichten Beständen teilweise fehlen oder nur sehr spärlich vorkommen.

Eine solche mangelhafte Ausgeglichenheit der Zusammensetzung der Wiesenvegetation desselben gleichartig behandelten Bodens hängt sehr wahrscheinlich mit der Thatsache zusammen, dass man in früherer Zeit die Wiesen gar nicht ansäete, sondern, nachdem der Boden durch Eindeichung oder durch das Niederlegen des ursprünglich vorhandenen Waldes gewonnen war, seine Besiedelung mit Wiesengewächsen der Natur überliess. Diese aber streute die Samen der verschiedenen Gräser ungleichmässig aus und schuf Centren, von denen aus gewisse Pflanzen, die durch das Mähen gewöhnlich an der Samenbildung verhindert wurden, sich mit ihren unterirdischen Trieben ausbreiteten. [1])

Wo sich derartige Erscheinungen auf jüngeren Wiesen zeigen, sind sie ebenfalls häufig auf ungleichmässige Verteilung der Samen zurückzuführen, oder auf zu wenig dichte oder sonst unzulängliche Ansaat, so dass auch in solchem Falle die Natur mit ihrer ungleichmässigen Einstreuung der Samen helfend einsprang.

Die ungleichmässige Verteilung der kleeartigen Wiesengewächse ist aber wiederum durch die der Gräser beeinflusst, insofern als viele von ihnen in den Beständen hoher, dichter und besonders sich frühzeitig und rasch entwickelnder Gräser nicht zu gedeihen vermögen, weil sie da nicht genügend Licht erhalten. [2])

Es lässt sich nach alledem hoffen, dass man imstande sein wird, bei einer passend gewählten, hinreichend dicht und mit Sorgfalt ausgestreuten Saatmischung, bei regelmässiger, ausreichender und angemessener Düngung und bei zweckmässiger, aufmerksamer Pflege der Wiesen, die mit passend gewählten, gelegentlichen Einsaaten zu verbinden ist, doch einen jener vier Normaltypen oder einen solchen, der den Übergang von dem einen zu dem andern zeigt, zu erhalten.

[1]) Natürlich können derartige Erscheinungen, wie die geschilderten, auch durch ungleichartige geognostische Beschaffenheit des Bodens in derselben Ebene verursacht werden. Sie können dann, indem die oben dargethane Ursache hinzutritt, oft recht verwickelt werden. Auch ungleichartige Düngung und Behandlung hat einen starken Einfluss darauf. Vergl. folgende Anmerkung.

[2]) Von den schmetterlingsblütigen Gewächsen, die auf den Wiesen Norddeutschlands gedeihen, vermeiden der Rotklee, der Weissklee, der gehörnte Schotenklee und die Hopfenluzerne die dichten, hohen Grasbestände und fehlen zuweilen in ihnen gänzlich auch auf einem an Kalk, Kali und Phosphorsäure reichen Boden, während sie, wie oben angegeben ist, dicht daneben in niedrigen Grasbeständen ganz desselben Bodens oft überaus reichlich auftreten. Dagegen können die selber hoch emporwachsenden, wie die Wiesenplatterbse, die Zaunwicke, die Vogelwicke und der Sumpf-Schotenklee, recht wohl in hohen und dichten Grasbeständen gedeihen.

Aus dem oben angegebenen Grunde erklärt es sich, warum eine starke Stickstoffdüngung, die bekanntlich die Gräser hervorragend begünstigt, wenn die anderen Bodennährstoffe in entsprechender Menge vorhanden sind, die Kleearten beeinträchtigt, wie Lawes auf einer Rothamstedter Wiese beobachtet hat. (The history of a field newly laid down to permanent grass. Journ. Roy. Agricult. Soc. of England, vol. XXV, part I.)

Nur die Fragen nach der zweckmässigen Zusammensetzung der Saatmischung sind es, die uns hier beschäftigen, und es fragt sich zunächst, wie wir diese Zusammensetzung auf Grund der kennengelernten Typen einzurichten hätten.

III. Die einzelnen z. Z. aussäbaren Wiesengewächse.

Hierzu ist es nötig, die Gewächse, die in unseren vier Normaltypen vorkommen, näher zu betrachten. Wir beschränken uns dabei auf solche, die uns als hinreichend nützlich für die Dauerwiesen und Dauerweiden der Moorböden des norddeutschen Tieflandes erscheinen, soweit ihre Samen im Handel zur Zeit echt, preiswert und leicht zu haben sind, ohne dabei zu erörtern, ob es nicht auch wert wäre, die Samen anderer wildwachsender Wiesenpflanzen zu sammeln und mit zu säen.

Im voraus sei bemerkt, dass die Angaben über die Blütezeit der einzelnen Arten sich auf eigene, aber mehr gelegentliche Beobachtungen stützen, die zu verschiedenen Zeiten und in verschiedenen Teilen des ganzen norddeutschen Tieflandes auf offenen, d. h. in ihrer Temperatur nicht durch irgend welchen Schutz oder durch die Exposition begünstigten Wiesen gemacht wurden. Die Angaben der Floristen sind allzu allgemein gehalten, als dass sie für unsern Zweck Wert hätten.

Eine vergleichende Phänologie der wichtigsten Wiesengewächse Mitteleuropas, die auf genauen und zahlreichen, an passend ausgewählten Stationen vorgenommenen Beobachtungen beruht, wird nicht nur ein wissenschaftliches, sondern auch ein praktisches Interesse beanspruchen dürfen. Sie setzt aber nicht bloss eine genaue Kenntnis der Gräser im blütenlosen Zustande, sondern auch eine grössere Ungebundenheit der Zeit des Beobachters voraus, zumal wenn dieser seinen Wohnsitz in einer grossen Stadt hat, von wo offene und ohne Einspruch der Besitzer zu betretende Wiesenflächen schwierig zu erreichen sind.[1])

A. Gräser.

1. Das *Rohrglanzgras* (Phalaris arundinacea *L.*). Ein ausdauerndes Obergras, das bis über 2 *m* hoch werden kann. Durch seine zähen, unterirdischen Kriechtriebe bildet es einen lockern Rasen. Es wächst mit Vorliebe an den Rändern der Gewässer, in Gräben und auf oft überflutetem Boden, wo es nicht selten ausgedehnte Bestände bildet. Es gedeiht auch auf besandetem und unbesandetem Niederungsmoor und auf abgetragenem Hochmoorboden.

Das Rohrglanzgras treibt sehr zeitig im Frühjahr aus und steht in Nordwestdeutschland gewöhnlich in der 4. Juniwoche in voller Blüte. Es wächst rasch nach und der Ertrag ist in beiden Schnitten bedeutend.[2]) Vor der Blüte

[1]) Es mag darauf hingewiesen werden, dass solche Untersuchungen aber selbst dann interessante Ergebnisse versprechen, wenn sie sich an demselben Orte auf Standorte mit verschiedenem Boden und verschiedener Exposition beziehen.

[2]) Wie mir Herr Prof. WITTMACK gefälligst mitteilt, blüht das Rohrglanzgras im zweiten Schnitte auf den Zehdenicker Moordämmen nur ganz vereinzelt.

gemäht ist es ein besonders als Kuhheu geschätztes Futter. Schon zur Blütezeit ist es ziemlich hart und hat darnach nur noch als Streu Wert.

Nach einer Untersuchung von RITTHAUSEN und SCHEVEN[1]) enthielt Rohrglanzgras beim Beginn der Blüte:

Trockensubstanz	31,10 %.
Darin:	
Nh. Substanz	6,17 "
Rohfett	1,29 "
Nfr. Extraktstoffe	40,77 "
Rohfaser	43,41 "
Asche	8,36 "

Während es nach zwei Untersuchungen von F. H. STORER[1]) vor der Blüte im Mittel enthielt:

Trockensubstanz	23,24 %,	Max.	25,31 %.
Darin:			
Nh. Substanz	11,69 "	"	12,32 "
Rohfett	3,34 "	"	3,73 "
Nfr. Extraktstoffe	40,43 "	"	42,93 "
Rohfaser	36,66 "	"	36,92 "
Reinasche	7,73 "	"	9,10 "

Wegen der beträchtlichen Höhe, die das Gras erlangt, ist es bei dichtem Stande geeignet, Unkräuter zu unterdrücken; es unterdrückt aber infolgedessen auch leicht andere Gräser und den Klee.

Für Weiden ist das Rohrglanzgras wenig geeignet. Dennoch kann es auch auf solchen, wenn sie auf nassem, weichem Boden angelegt werden sollen, wegen seiner Eigenschaft, durch seine starken und festen unterirdischen Kriechtriebe den Boden zu befestigen, angebracht sein. Man wird aber dann gut thun, die zu hoch aufgeschossenen Halme öfters abzumähen.

Zur Reinsaat auf einem Hektar sind nach STEBLER[2]) 24 *kg* einer 57%igen Ware erforderlich. Gute Saat hat nach demselben eine Reinheit von 95% und eine Keimfähigkeit von 60%.

2. *Das duftende Ruchgras* (Anthoxanthum odoratum *L.*). Ein ausdauerndes Untergras, dessen fruchtbare Halme bis 0,5 *m* hoch werden. Es bildet dichte, wenig erhabene Horste, treibt sehr zeitig im Frühjahr aus und beginnt bei uns auf offenen Wiesenflächen gewöhnlich um Mitte Mai zu blühen. Um Mitte Juni trägt es zum grössten Teile bereits reife Früchte. Es gedeiht auf allen Bodenarten, sowohl trockenen wie nassen, und findet sich demgemäss in allen vier Normaltypen. Es ist durch seinen Gehalt an Kumarin ausgezeichnet.

[1]) Mitgeteilt in DIETRICH und KÖNIG, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel 1891, I, S. 8.

[2]) Sämtliche Angaben über Reinheit, Keimfähigkeit und Reinsaatmenge der einzelnen Arten sind nach STEBLER u. SCHRÖTER, Die besten Futterpflanzen (1884 u. 1892), mitgeteilt.

Das blühende Gras enthielt im Durchschnitt von 5 Untersuchungen (1849—1887):[1])

Trockensubstanz . . .	24,75 %,	Minim. 19,65 %,	Maxim. 28,00 %.
Darin:			
Nh. Substanz	10,12 „	„ 7,39 „	„ 12,75 „
Rohfett	5,34 „	„ 2,35 „	„ 3,68 „
Nfr. Extraktstoffe . .	26,36 „	„ 40,12 „	„ 48,07 „
Rohfaser	22,28 „	„ 31,07 „	„ 43,95 „
Asche	6,74 „	„ 5,69 „	„ 8,44 „

Emmerling und Loges[2]) fanden im Mittel von 2 Analysen, dass von 9,21 % Rohprotein (des blühenden Grases?) 5,47, d. h. 59,4 % verdaut wurden.[3])

Die strohigen Fruchthalme werden von den Tieren auf der Weide nicht angerührt, wohl aber fand ich, dass die nichtblühenden Triebe meist anstandslos gefressen werden. Diese sind es auch, die beim Mähen des ersten Schnittes dem Heu den Kumaringeruch verleihen, nicht die dann meist schon völlig abgestorbenen Fruchthalme. Im zweiten Schnitte blüht das Gras nur vereinzelt, dagegen sind dann die Laubtriebe höher und dichter.

Wittmack[4]) bezeichnet den Futterwert des Ruchgrases als ziemlich gut. Stebler sagt von diesem Grase: „Als Heuwürze ist es ganz am Platze, da ein gutes Aroma eine nicht unwesentliche Eigenschaft des Heues ist und das Kumarin in geringen Mengen nicht schädlich wirkt“.[5]) Aus diesem Grunde erscheint es angemessen, eine kleine Menge dieses Grases in die Saatmischungen für Dauerwiesen einzustellen. Ob es trotz seines für den Menschen würzigen Geschmackes als Würzpflanze für die Tiere zu gelten habe, mag dahingestellt bleiben. Da es sich aber empfiehlt, auch die Dauerweiden wenigstens aller 2 Jahre einmal zu mähen, so dürfte auch hier eine kleine Beimengung von Ruchgras nicht unangebracht sein.

Dass das Gras auf unzweckmässig gedüngten Moorwiesen überhand nehmen kann, ist kein Grund, es von der Saatmischung für eine Wiese oder Weide auszuschliessen, wo jene Voraussetzung nicht zutrifft.

Nach Stebler sind zur Reinsaat auf 1 *ha* 33 *kg* einer 36 %igen Ware erforderlich.

3. *Der Wiesenfuchsschwanz* (Alopecurus pratensis *L.*). Ein ausdauerndes Obergras, das bei uns normal bis 1,3 *m* hoch werden kann und mit seinen kurzen

[1]) Dietrich und König, Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Futtermittel 1891, I, pag. 3, und II, S. 900.

[2]) Dietrich und König II, S. 908. (Landwirtschaftliches Wochenbl. für Schleswig-Holstein 1889, No. 38.) Die Angaben von Emmerling und Loges beziehen sich auf Heu mit 14,3 % Wasser. Sie wurden in diesem und allen anderen angeführten Fällen auf Trockensubstanz umgerechnet.

[3]) Ad. Wagner fand bei Pflanzen, die am 17. Juni geerntet waren, dass nur 36,9 % des Rohproteins verdaulich waren. Die Pflanzen waren aber schon in einem stark vorgeschrittenen Reifezustande.

[4]) In Vogler, Grundr. d. Kulturtechnik 1898, S. 178.

[5]) Stebler und Schröter a. a. O., S. 92.

unterirdischen Ausläufern einen lockern Horst bildet. Der Wiesenfuchsschwanz ist eins der besten Futtergräser. Er beginnt sehr frühzeitig (bei warmer Witterung in Nordwestdeutschland schon im Anfang des März) auszutreiben, entwickelt sich dann rasch, steht in Norddeutschland gewöhnlich bald nach Mitte Mai in voller Blüte und wird dann hart. Wiesen, auf denen dieses Gras vorherrscht, sind daher sehr zeitig zu schneiden. Nach dem ersten Schnitte wächst der Wiesenfuchsschwanz rasch nach. Im zweiten Schnitte treibt er bei uns gewöhnlich viel spärlicher Blütenhalme, dafür aber zahlreiche und hohe Laubtriebe. Der Ertrag ist dementsprechend in beiden Schnitten hoch.

Die Untersuchung des blühenden Grases ergab im Mittel aus 3 Untersuchungen:[1])

Trockensubstanz . . .	31,00 %,	Minim. 19,80 %,	Maxim. 40,00 %.
Darin:			
Nh. Substanz	10,29 „	„ 7,92 „	„ 12,13 „
Rohfett	2,71 „	„ 2,14 „	„ 3,36 „
Nfr. Extraktstoffe . .	44,85 „	„ 36,66 „	„ 54,30 „
Rohfaser	34,77 „	„ 23,78 „	„ 46,69 „
Asche	7,30 „	„ 6,32 „	„ 7,83 „

Emmerling und Loges[2]) fanden, dass von 9,80 % Rohprotein der Trockensubstanz des (blühenden?) auf ungünstigem Standorte gewachsenen Grases 6,00, d. h. 61,1 % verdaulich waren, während Ad. Mayer[3]) bei (blühenden?) Pflanzen, die unter ihren natürlichen Vegetationsverhältnissen gewachsen waren, die Verdaulichkeit des Rohproteins im Mittel zu 65,5 % feststellte.

Der Wiesenfuchsschwanz gedeiht unter allen den Verhältnissen, wo unser zweiter und dritter Wiesentypus vorkommt; selbst in dem vierten ist er oft reichlich vertreten. Auf feuchtem Schlickboden bildet er oft einen eigenen Wiesentypus, der wegen der Höhe und Dichte des sich oft lagernden Grases andere Wiesengewächse nur schwer aufkommen lässt. Auf Moorböden habe ich bisher derartige Bestände nicht gesehen, obwohl der Wiesenfuchsschwanz auch da bei ausreichender Bodennahrung und Feuchtigkeit recht gut gedeiht.

Die Reinheit der meist aus Finnland und Schweden kommenden Samen beträgt nach Stebler durchschnittlich 82 %, die Reinheit 51 %. Letztere steigt zuweilen auf 80—90 %. Für 1 *ha* sind nach demselben Forscher 25 *kg* einer 45 % igen Ware erforderlich.

Obwohl der Wiesenfuchsschwanz für Wiesen und Weiden gleich trefflich ist, so wird er bei uns doch auf zweischürigen Wiesen keineswegs immer gern gesehen, da er zu der Zeit, wo die meisten anderen Gräser blühen und die Wiese geschnitten werden muss, schon zu hart und selbst

[1]) Dietrich und König I, S. 2.

[2]) Dietrich und König II, S. 908.

[3]) Zur Schätzung der Heusorten auf analytischem Wege. Journal f. Landwirtsch. 1891, S. 114.

strohig ist, was um so leichter eintritt, als die Witterung in vielen Teilen Norddeutschlands häufig eine Verspätung der Ernte veranlasst.

Auf Weiden ist der Wiesenfuchsschwanz im allgemeinen nur dann am Platze, wenn diese sehr zeitig im Frühjahr betrieben werden können, was auf den Moorböden in Norddeutschland gewöhnlich nicht der Fall ist.

4. *Das Timotheegras* (Phleum pratense *L.*). Ein ausdauerndes Obergras, dessen fruchtbare Triebe bis zu 1 *m* hoch werden. Die einzelne Pflanze bildet einen dichten, flachen Horst.

Das Timotheegras ist eins der wertvollsten Gräser und liefert ein schweres Heu. Es entwickelt sich im Frühjahr ziemlich spät und langsam und fängt bei uns gewöhnlich erst um die Mitte der vierten Juniwoche an zu blühen. Es sollte immer vor der Blüte geschnitten werden, weil es, wenn diese eintritt, schon etwas hart ist. Nach Wittmack giebt es auf Moordammwiesen oft erst im zweiten Schnitte den höchsten Ertrag. Nach meinen Beobachtungen an kleereichen Wiesen auf mässig feuchtem, abgetragenem Hochmoorboden liess es dagegen im zweiten Schnitte gewöhnlich sehr stark im Heuertrage nach.

Blühendes Timotheegras enthielt nach mehreren Untersuchungen:[1]

Trockensubstanz (Mitt. a. 3 Anal.)	35,06 %,	Min. 30,58 %,	Max. 42,79 %.
Darin:			
Nh. Substanz (Mitt. a. 9 Anal.) .	9,43 „	„ 6,23 „	„ 15,94 „
Rohfett (Mitt. a. 7 Anal.) . . .	2,74 „	„ 1,26 „	„ 3,66 „
Nfr. Extraktstoffe (Mitt. a. 7 Anal.)	49 „	„ 42,52 „	„ 53,35 „
Rohfaser (Mitt. a. 7 Anal.) . . .	34,45 „	„ 26,46 „	„ 43,70 „
Asche (Mitt. a. 9 Anal.)	6,23 „	„ 4,35 „	„ 9,30 „

Jordan, Bartlett und Merill[2]) beobachteten, dass von dem in voller Blüte geernteten Timotheeheu von Schafen verdaut wurden:

Organische Substanz	66,8 %,
Stickstoffsubstanz	60,4 „
Fett	51,5 „
Nfr. Extraktstoffe	71,8 „
Rohfaser	62,1 „

Nach Emmerling und Loges[3]) ergaben sich von 8,48 % Rohprotein der Trockensubstanz des (blühenden?) Grases 5,91, d. h. 69,7 % als verdaulich. Ad. Mayer[4]) fand von 8,04 % Rohprotein (blühenden?) Timotheegrases 5,37, also 66,8 % verdaulich.

Das Timotheegras gedeiht auf allen Bodenarten, die unsere ersten drei Wiesentypen tragen. In dem vierten ist es dagegen nur spärlich zu treffen und fehlt meist gänzlich. Natürliche Bestände, in denen es vorherrscht, finden sich selten in Norddeutschland und dann nur auf mässig

[1]) Dietrich und König I, S. 19 und 20; II, S. 898.

[2]) Dietrich und König II, S. 1085.

[3]) Dietrich und König II, S. 908.

[4]) A. a. O., S. 114. Auf Trockensubstanz umgerechnet.

feuchtem und nährstoffreichem, mildem Humusboden. Da die Saat billig ist und in den ersten Jahren gute Erträge liefert, so sät man das Timotheegras gewöhnlich stärker an, als der Menge entspricht, in der es unter natürlichen Verhältnissen gewöhnlich vorkommt. Es vermindert sich aber gewöhnlich schon nach 5—6 Jahren in einer dementsprechenden Weise.

STEBLER fand die mittlere Reinheit der Saat zu 98 %, die Keimfähigkeit zu 91 %. Nach ihm sind für 1 *ha* 19 *kg* einer 88 %igen Ware erforderlich. Deutsches Saatgut ist schwerer, reiner und liefert bessere Pflanzen, als das aus Nordamerika eingeführte.

Da das Timotheegras, wie STEBBER richtig bemerkt, wegen seines hohen, dichten Wuchses und seiner kräftigen Belaubung auf andere Gräser stark unterdrückend wirkt, so empfiehlt es sich, es höchstens bis zu 15 % der Reinsaat in eine Saatmischung für Dauerwiesen einzustellen.

5. *Das weisse Straussgras oder Fioringras* (Agrostis alba *L.*, A. stolonifera *E. Mey.*). Ein ausdauerndes Untergras, dessen Blütenhalme bei der auf Wiesen häufigsten wilden Form (A. alba *α* pratensis *Buchenau*) gewöhnlich nur 0,4 *m* hoch werden; die der aus käuflicher Saat gezogenen Pflanzen können bis 0,8 *m* hoch werden.

Mit seinen unter- und oberirdischen Ausläufern bildet das Gras einen ungemein dichten, niedrigen Rasen. Teichränder und Gräben überwächst es zuweilen, indem es lange, auf der Wasseroberfläche schwimmende Ausläufer bildet. Es liebt feuchten Boden und verträgt andauernde Überschwemmung. Es ist in unserm zweiten, dritten und vierten Wiesentypus vertreten und gedeiht in Nordwestdeutschland selbst auf nichtabgetragenem Hochmoorboden, wenn dieser nicht übermässig trocken gelegt ist. In den flachen, oft überfluteten Mulden der Flussniederungen bildet es sowohl auf schlickigem wie auf moorigem Boden oft weit ausgedehnte Bestände, in denen als Nebenbestandteile geknieter Fuchsschwanz, gemeines Rispengras und flutendes Mannagras (Alopecurus geniculatus *L.*, Poa trivialis *L.* und Glyceria fluitans *R. Br.*) vorkommen. In den niedrig liegenden Marschen Westschleswigs und der bremischen Niederung sind derartige Bestände als Pferde- und Milchviehweiden geschätzt. Anderswo ist man geneigt, das weisse Straussgras nur als Gras zweiten Ranges zu bewerten. Jedenfalls ist der Heuertrag von Naturwiesen, auf denen es vorherrscht, nicht sehr bedeutend.

In voller Blüte geerntetes Gras enthielt nach CLIFFORD RICHARDSON:[1])

Trockensubstanz	38,60 %.
Darin:	
Nh. Substanz	10,96 „
Rohfett	2,92 „
Nfr. Extraktstoffe	56,83 „
Rohfaser	22,05 „
Asche	7,23 „

[1]) Nach der von STEBLER und SCHRÖTER a. a. O. I, S. 100 mitgeteilten Analyse des Heues berechnet.

Nach Emmerling und Loges[1]) waren von 7,65 % der stickstoffhaltigen Substanz des (blühenden?) an einem zu trocknen Standorte gebauten Grases 4,39, d. i. 57,3 % verdaulich, wogegen Ad. Mayer[2]) in dem an seinem natürlichen Standorte gewachsenen (blühenden?) Grase von 9,60 % Rohprotein 6,88, d. i. 71,7 % als verdaulich feststellte.

Das weisse Straussgras treibt im Frühjahr ziemlich spät aus, auf kaltgründigen und nassen, lange überflutet gewesenen Standorten in kalten Frühlingen oft erst um Mitte Mai. Es entwickelt die Laubtriebe dann aber rasch, während die Fruchthalme erst spät erscheinen. Die Blüte tritt in Norddeutschlund gewöhnlich in der vierten Juniwoche ein. Nach dem Blühen werden die Halme rasch hart. Der Nachwuchs nach dem ersten Schnitte ist nach meinen bisherigen Beobachtungen an einer Wiese auf abgetragenem Hoohmoorboden in der Nähe Bremens nicht bedeutend und daher der Ertrag im zweiten Schnitte oft sehr gering. Auch habe ich das Gras bisher in diesem beim Anbau in Gemengen niemals Blütenhalme treiben sehen.[3])

Trotz dieser, wenn sie für norddeutsche Verhältnisse allgemeine Gültigkeit haben sollten, für zweischürige Mähewiesen nicht eben günstigen Eigenschaften dürfte das weisse Straussgras als Untergras im Gemenge mit anderen Gräsern auf Moorboden um so wertvoller sein, als es die Narbe bald schliesst und den Boden befestigt, wozu noch der Umstand kommt, dass der Futterwert, wenn das Gras beim Erblühen geschnitten wird, recht bedeutend ist.

Die durchschnittliche Reinheit der Saat beträgt nach Stebler 73 %, ihre Keimfähigkeit 84 %. Zur Aussaat auf einem Hektar sind nach demselben 17 *kg* einer 72 prozentigen Ware erforderlich.

6. *Der Glatthafer oder das französische Raygras* (Avena elatior *L.*, Arrhenatherum elatius *M. et K.*). Ein ausdauerndes Obergras, die Blütenhalme seiner kultivierten Form werden bis über 1,5 *m* hoch, die der wilden erreichen, wenigstens in Norddeutschland, nur ausnahmsweise eine solche Länge, sie werden meist nur bis zu 1 *m* hoch. Das Gras bildet einen ziemlich dichten, flachen Horst. Es treibt im Frühjahre ziemlich zeitig aus und blüht bei uns meist gegen Ende der ersten Woche des Juni. In der dritten und vierten fallen die reifen Früchte ab und die Halme sind ganz strohig. Wiesen, auf denen der Glatthafer vorherrscht, sollten daher frühzeitig geschnitten werden. Der Ertrag des zweiten Schnittes steht dem des ersten

[1]) Dietrich und König II, S. 908.

[2]) A. a. O., S. 114. Auf Trockensubstanz umgerechnet.

[3]) Dagegen giebt Stebler (in Stebler und Schröter, Die besten Futterpflanzen I, S. 99) im Gegensatze zu meinen Beobachtungen an, dass der Hauptertrag des Fioringrases, wenn es in Mischung mit anderen Gräsern gesät werde, in den zweiten Schnitt falle. Ob diese Verschiedenheit auf die etwa in Norddeutschland anders liegenden Erntezeiten, oder ob sie nicht vielmehr — worauf manches zu deuten scheint — auf die verschiedene Zusammensetzung der Gesellschaft, der stärkern oder geringern Beteiligung der einzelnen Arten an sich und auf die demgemäss verschiedene Beeinflussung der einen Art durch die anderen zurückzuführen sei, ist bislang nicht aufgeklärt.

nach, doch gilt dies von der wilden Form des Grases nicht in demselben Masse, wie von der gebauten.

Der Nutzwert dieses Grases ist nach den allgemeinen Erfahrungen praktischer Landwirte bedeutend; es soll indessen öfters einen etwas bittern Geschmack haben, der es den Tieren unangenehm macht, wenn es allein gebaut wird. Wo es im Gemenge mit anderen Gräsern und mit Kleearten wächst, kommt dies jedenfalls nicht in Betracht. Ich kenne im nordöstlichen Deutschland Wiesen, deren Heu hohe Preise als Pferdefutter erzielte, obwohl darin eine namhafte Menge des wilden Glatthafers vorkam; bei einer derselben konnte ich mich wiederholt davon überzeugen, dass das Futter grün wie als Heu gern von den Tieren genommen wurde.

In der Blüte geernteter Glatthafer[1]) enthielt nach mehreren Untersuchungen:

Trockensubstanz (Mitt. a. 4 Anal.)	27,97 %,	Min. 25,00 %,	Max. 33,00 %.
Darin:			
Nfr. Substanz (Mitt. a. 8 Anal.) .	9,76 „	„ 7,95 „	„ 13,38 „
Rohfett (Mitt. a. 4 Anal.) . . .	2,61 „	„ 1,21 „	„ 3,60 „
Nfr. Extraktstoffe (Mitt. a. 3 Anal.)	41,10 „	„ 36,19 „	„ 48,88 „
Rohfaser (Mitt. a. 7 Anal.) . . .	37,76 „	„ 34,24 „	„ 46,67 „
Asche (Mitt. a. 8 Anal.)	8,23 „	„ 5,85 „	„ 11,59 „

Nach Emmerling und Loges[2]) waren von 7,79 % Rohprotein (blühenden?), Glatthafers 3,44, d. i. 44,2 %, nach Ad. Mayer[3]) von 6,57 % (in der Blüte?) 3,83, d. i. 58,2 % verdaulich.

Der Glatthafer hat den Vorzug, selbst auf ziemlich trockenem Boden rasch nachzuwachsen, wenn er abgemäht oder abgeweidet ist. Er gedeiht recht gut auf mässig feuchtem Niederungsmoorboden und bildet da gelegentlich den Hauptbestandteil der Wiesen. Für Weiden ist er aus dem gleichen Grunde wie der Wiesenfuchsschwanz im allgemeinen weniger erwünscht.

Die Samen, von denen die des wildwachsenden Grases den Vorzug verdienen, haben nach Stebler eine durchschnittliche Reinheit von 72,5 % und eine Keimfähigkeit von 70 %. Es sind zur Reinsaat auf 1 *ha* 81 *kg* einer 49 %igen Ware erforderlich.[4])

[1]) Dietrich und König I, S. 3, und II, S. 899 und 900.

[2]) Dietrich und König II, S. 908.

[3]) A. a. O., S. 114. Auf Trockensubstanz umgerechnet.

[4]) An den Glatthafer wäre anzuschliessen *der Goldhafer* (Trisetum flavescens *P. B.*, Avena flavescens *L.*), ein vorzügliches Untergras, das auf mässig feuchten Wiesen Mittel- und Süddeutschlands, zumal auf kalkreichen Böden, meist hervorragend an der Bildung der Bestände beteiligt ist. Indessen ist dieses Gras für die Dauerwiesen auf den Moorböden des norddeutschen Tieflandes schwerlich geeignet, vielleicht aber bei angemessener Düngung für Wechselwiesen an der Stelle unserer ersten beiden Wiesentypen. Der Goldhafer tritt nämlich in diesem Gebiete nur sehr zerstreut und an wenigen Orten in grösserer Menge auf. Die meisten Vorkommnisse sind bei uns wahrscheinlich auf absichtliche Ansaat oder auf Verschleppung mit anderen, aus Süddeutschland oder Frankreich stammenden Samen zurückzuführen. Nach meinen Beobachtungen im westlichen Holstein hält sich der Goldhafer auf lehmigem Geschiebesandboden einige Jahre ganz gut, wird aber dann durch die

7. *Das wollige Honiggras* (Holcus lanatus *L.*). Ein ausdauerndes Obergras, das mehr als Unter- denn als Obergras zu gelten hat, obwohl seine Blütenhalme bis zu 1 *m* lang werden können. Es bildet einen dichten, bultigen Horst. Im Frühjahre treibt es zeitig aus, blüht bei uns gegen Ende der dritten Woche des Juni und verliert schon um Anfang Juli seine reifen Früchte. Wiesen, auf denen es reichlich vorkommt, sollten daher etwa am 20. Juni geschnitten werden. Im zweiten Schnitte blüht das Gras beim Anbau in Gemengen gewöhnlich nur ganz vereinzelt, treibt aber zahlreiche verhältnismässig hohe Laubtriebe, so dass der Ertrag dem des ersten Schnittes nur wenig nachsteht. Es liefert ein ziemlich leichtes Heu, das, wenn das Gras rein gebaut wird, vom Vieh ungern gefressen, im Gemenge mit anderen Gräsern jedoch nicht verschmäht wird. Ja, auf der schleswig-holsteinischen Geest wird es als „de Honnigmeddel" für Milchvieh- und Jungviehzucht keineswegs gering geschätzt und oft in Gemengen angesäet.

Das weiche Honiggras ist jedoch für die Ansaat auf besseren Bodenarten im allgemeinen nicht geeignet. Auf nichtabgetragenem Hochmoorboden ist es aber eins der sichersten Wiesengewächse und kann daher in kleinen Mengen den Saatmischungen für solchen Boden zugefügt werden, zumal wenn es sich um Wiesenanlagen unter besonders schwierigen Verhältnissen handelt, wo man froh sein muss, zunächst eine geschlossene, den Boden gut deckende Grasnarbe zu erzeugen. Voraussichtlich wird es auch hier entbehrt werden können, sobald das Verfahren für die Anlegung von Wiesen auf nichtabgetragenen Hochmoorböden vervollkommnet sein wird.

Blühendes Honiggras zeigte folgende Zusammensetzung:[1]

Trockensubstanz (Mitt. a. 2 Anal.)	27,60 %,	Min. 24,80 %,	Max. 30,30 %.
Darin:			
Nh. Substanz (Mitt. a. 4 Anal.) .	10,43 „	„ 9,23 „	„ 11,35 „
Rohfett (Mitt. a. 4 Anal.) . . .	2,54 „	„ 2,01 „	„ 3,37 „
Nfr. Extraktstoffe (Mitt. a. 4 Anal.)	40,66 „	„ 29,91 „	„ 46,48 „
Rohfaser (Mitt. a. 4 Anal.) . . .	38,92 „	„ 32,71 „	„ 49,22 „
Asche (Mitt. a. 4 Anal.)	7,45 „	„ 6,37 „	„ 9,63 „

Nach Emmerling und Loges[2]) waren von 9,37 % Rohprotein der Trockensubstanz des (in der Blüte geernteten?) Grases 5,32, d. i. 56,7 %, nach Ad. Mayer[3]) von 6,41 % (in welchem Entwickelungszustande der Pflanze?) 4,46, d. i. 69,6 % verdaulich.

Eine gute Durchschnittsware der Saat soll nach Stebler 70 % Reinheit und 50 % Keimfähigkeit haben. Für 1 *ha* sind nach ihm 23 *kg* einer 35 % igen Ware zur Reinsaat erforderlich.

einheimischen Gräser völlig verdrängt. Übrigens ist die Saat ziemlich teuer (ca. 5—6 M. für 1 *kg*); indessen wird dieser Übelstand dadurch wieder etwas ausgeglichen, dass die Reinsaatmenge für 1 *ha* nach Stebler nur 33 *kg* bei mittlerm Gebrauchswerte beträgt.

[1]) Dietrich und König I, S. 14.

[2]) Dietrich und König II, S. 908.

[3]) A. a. O., S. 114.

8. *Das gemeine Rispengras* (Poa trivialis *L.*). Ein ausdauerndes Untergras, dessen Blütenhalm 0,5—1 *m* hoch wird. Es bildet durch zahlreiche, dünne, grün gefärbte, oberirdisch kriechende Ausläufer einen niedrigen, filzigen Rasen, der eine ausserordentliche Menge dicht stehender und sich leicht lagernder Blütenschosse erzeugt, die bereits im März bei warmer Witterung auszutreiben beginnen und gegen Ende der dritten Juniwoche, meist gleichzeitig mit dem wolligen Honiggrase, in voller Blüte stehen. Schon eine Woche später sind die Früchte grösstenteils reif und abgefallen und die Halme strohig. Nach dem ersten Schnitte blüht das Gras nicht wieder, sondern bringt nur Laubtriebe hervor, die kaum von der Sense gefasst werden. Das gemeine Rispengras ist daher, obwohl es ein wertvolles Futter liefert, für zweischürige Wiesen nicht geeignet. Es darf aber in geringer Menge den Saatmischungen für solche auf Moorboden beigemengt werden, hauptsächlich wegen seiner Eigenschaft, die Lücken der Grasnarbe bald zu schliessen und den Boden zu decken. Wenn es überhandnehmen sollte, so ist es durch Überziehen mit einer Egge zu vermindern, damit sich andere, bessere Gräser mehr ausbreiten können.

Das gemeine Rispengras liebt einen frischen bis ziemlich feuchten und selbst im Winter überschwemmten Boden.

In der Blüte untersucht[1]) enthielt es:

Trockensubstanz (Mitt. a. 3 Anal.) .	25,10 %,	Min. 22,00 %,	Max. 27,21 %.
Darin:			
Nh. Substanz (Mitt. a. 5 Anal.) . .	9,82 „	„ 7,98 „	„ 10,45 „
Rohfett (Mitt. a. 5 Anal.)	2,96 „	„ 2,13 „	„ 3,67 „
Nfr. Extraktstoffe (Mitt. a. 5 Anal.)	45,75 „	„ 39,54 „	„ 50,51 „
Rohfaser (Mitt. a. 5 Anal.) . . .	34,93 „	„ 30,30 „	„ 40,00 „
Asche (Mitt. a. 5 Anal.)	6,73 „	„ 5,61 „	„ 8,33 „

Ad. Mayer[2]) fand, dass von 5,05 % Rohprotein der Trockensubstanz (ob der blühenden Pflanzen?) 2,31, d. i. 45,7 % verdaulich waren.

Die Reinheit der Saat soll nach Stebler mindestens 90 %, ihre Keimfähigkeit 50 % betragen. Zur Reinsaat auf 1 *ha* sind nach ihm 22 *kg* einer 45 %igen Ware ausreichend, doch nimmt man gewöhnlich 23 *kg*.

9. *Das Wiesen-Rispengras* (Poa pratensis *L.*). Ein ausdauerndes Untergras, dessen Blütenhalm 0,3—0,9 und selbst 1 *m* hoch wird. Durch seine unterirdischen Ausläufer bildet es einen ziemlich dichten Rasen. Es treibt im Frühjahr noch etwas zeitiger als das gemeine Rispengras (besonders zeitig die auch auf Moorwiesen nicht seltene f. angustifolia *L.*) aus und blüht auch vor diesem; gewöhnlich steht es in der zweiten Juniwoche auf den Moorwiesen in voller Blüte. Die Früchte reifen in der vierten Juniwoche, so dass sie bei später Ausführung des ersten Schnittes schon grösstenteils abgefallen sind. Nach dem ersten Schnitt treibt das Gras nur vereinzelt wieder Fruchttriebe, dafür aber reichlich längere oder kürzere Laubtriebe,

[1]) Dietrich und König I, S. 21, und II, S. 900.

[2]) A. a. O., S. 114.

so dass es auch beim zweiten Schnitt einen Ertrag, wennschon keinen so grossen wie beim ersten, giebt. Doch erfolgt das Nachwachsen nur langsam.

Untersuchungen des blühenden Grases[1]) ergaben:

Trockensubstanz (Mitt. a. 3 Anal.) .	31,72 %,	Min. 24,30 %,	Max. 38,00 %.
Darin:			
Nh. Substanz (Mitt. a. 5 Anal.) .	11,89 „	„ 10,35 „	„ 14,81 „
Rohfett (Mitt. a. 3 Anal.) . . .	2,87 „	„ 2,90 „	„ 3,07 „
Nfr. Extraktstoffe (Mitt. a. 3 Anal.)	43,34 „	„ 40,87 „	„ 46,10 „
Rohfaser (Mitt. a. 3 Anal.) . . .	34,06 „	„ 23,11 „	„ 38,02 „
Asche (Mitt. a. 5 Anal.)	6,39 „	„ 4,74 „	„ 7,79 „

Nach EMMERLING und LOGES[2]) waren von 9,55 % des Rohproteins der Trockensubstanz (blühenden?) Wiesenrispengrases 6,28, d. i. 65,7 % verdaulich.

Das Futter wird als Heu und besonders auf der Weide als solches ersten Ranges betrachtet. Auf Moorboden empfiehlt sich das Gras ausserdem durch die Befestigung des Bodens, die es mit seinen unterirdischen Kriechtrieben bewirkt. Es gedeiht vermöge seiner verhältnismässig starken und tiefreichenden Bewurzelung (namentlich in der f. angustifolia) auf ziemlich trocknem Boden. In der Nähe der Nordseeküsten überzieht es oft ausgedehnte Geschiebesandflächen, bei denen der Grundwasserstand im Sommer 1,5—2 *m* unter der Oberfläche steht. Im Binnenlande, wo die täglichen Schwankungen der relativen Luftfeuchtigkeit während der Vegetationsperiode stärker werden, zieht sich die Pflanze in die feuchteren Lagen der Wiesen zurück und erscheint dann regelmässiger in der Gesellschaft des gemeinen Rispengrases und des Wiesenschwingels (Festuca pratensis *Huds.*).

Die durchschnittliche Reinheit der Saat giebt STEBLER zu 84 %, die Keimfähigkeit zu 48 % an. Nach ihm sind von einer 38 %igen Ware 20 *kg* für 1 *ha* zur Reinsaat erforderlich, doch empfiehlt er, es mit 23 *kg* der Berechnung der Saatmischungen zu Grunde zu legen.

10. *Das flutende Mannagras* (Glyceria fluitans *R. Br.*, Festuca fluitans *L.*). Ein ausdauerndes Obergras, dessen Blütenhalme über 1 *m* lang werden. Mit seinen stark verzweigten unterirdisch kriechenden Ausläufern bildet es einen mehr oder minder dichten Rasen. Es treibt sehr zeitig im Frühjahr aus. In der zweiten Juniwoche steht es in voller Blüte, und, bevor es noch ganz abgeblüht hat, werden die Halme schon hart. Das Gras muss daher etwa um Mitte Juni geschnitten werden. Anfangs Juli verliert es die ersten reifen Früchte. Nach dem ersten Schnitte wächst es rasch nach, bildet aber, soweit ich Gelegenheit es zu beobachten hatte, darnach nur vereinzelte Blütenhalme.

Das flutende Mannagras wächst auf nassem, öfters überflutetem Boden und bildet da häufig ausgedehnte Bestände, sowohl auf mineralischen wie auf Moorböden. Auch auf nassem oder mit Moorwasser berieseltem, abge-

[1]) DIETRICH und KÖNIG I, S. 21, und II, S. 900.

[2]) DIETRICH und KÖNIG II, S. 907.

tragenem Hochmoorboden ist es oft in Menge vorhanden und wird dort dreimal geschnitten.

Unter den Wiesen, die man auf derartigem nassen Gelände trifft, sind die mit dem flutenden Mannagrase bestandenen hinsichtlich des Nutzwertes am meisten geschätzt. Im Bremer Blocklande ist dieses Gras auch an der Zusammensetzung der für Milchvieh und Pferde geschätzten Weiden oft hervorragend beteiligt. Dagegen erfuhr ich, dass es auf den Weiden der alten, tiefliegenden Marschen an Schleswigs Westküste nur als geringwertig angesehen wurde. Ich war nicht in der Lage, die Gründe für diese, nach meiner bisherigen Kenntnis vereinzelt dastehende, abweichende Beurteilung aufzudecken. Samsöe Lund[1]) erklärt es nach den Erfahrungen in Dänemark als ein gutes Futtergras.

Die chemische Untersuchung des blühenden Grases[2]) ergab in der Trockensubstanz:

	Nh. Substanz %	Rohfett %	Nfr. Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %
Nach Ritthausen und Scheven (1855)	8,71	1,33	42,88	38,4	8,97
„ Knop und Arendt (1859) . .	12,75	—	—	—	7,86
Im Durchschnitt	10,73	—	—	—	8,42

Bei der zuerst angeführten Untersuchung wurden 22,30 % Trockensubstanz festgestellt. Es ist das flutende Mannagras unter den Gräsern, die in so nassen Lagen gedeihen und deren Samen leicht und einigermassen preiswert zu haben sind, eins der besten.[3])

Nach Werner sind zur Reinsaat auf 1 *ha* bei mittlerm Gebrauchswerte 45 *kg* erforderlich.

So leicht die Samen des flutenden Mannagrases an den Orten, wo es in Menge wächst, gesammelt werden können — es geschah früher in verschiedenen Gegenden Norddeutschlands häufig, um sie als Mannagrütze zu verspeisen —, so erhält man doch zuweilen statt ihrer die des Wiesenschwingels (Festuca pratensis) zu dem mehr als zweifachen Preise geliefert.

[1]) Grässer i blomsterlös Tilstand 1882, S. 46.

[2]) Dietrich und König I, S. 13.

[3]) In Betracht käme ausser dem bereits besprochenen Rohrglanzgras noch das *Sumpf-Rispengras* (Poa palustris *Roth.*), das an ähnlichen Standorten wächst, indessen nur als Untergras zu gelten hat, und auf dessen Anbau bei uns zuerst von Langethal, später von Wittmack (Landw. Jahrb. 1891, S. 983) aufmerksam gemacht wurde. Samsöe Lund berichtet über dieses Gras im Jahre 1882 (Grässer i blomsterlös Tilstand): „Ein sehr gutes Futtergras: nur versuchsweise gebaut, besonders für nasse Wiesen empfohlen; — — für sich angesät, gedeiht es recht gut auch auf trocknerm Boden, aber im Gemenge mit anderen Wiesengewächsen hat es für gewöhnlichen Ackerboden kaum irgend eine Bedeutung.“ Neuerdings hat Huntemann mitgeteilt, dass das Futter dieses Grases in Oldenburg mit gutem Erfolge bei Milchvieh verwendet wurde. Das Sumpfrispengras bildet flache Hörste, die frühzeitig austreiben und zahlreiche, 0,3—0,9 *m*, meist 0,6 *m* hohe Blütenhalme bilden. Es beginnt im nordwestlichen Deutschland in der ersten Hälfte des Juli zu blühen. Zur Reinsaat

11. *Das Knaulgras* (Dactylis glomerata *L.*). Ein Obergras, dessen Blütenhalme über 1 *m* hoch werden können. Es bildet dichte, über der Wiesenfläche etwas hervorragende Horste, treibt früh aus und steht meist zu Beginn der zweiten Juniwoche auf Moorwiesen in voller Blüte. Nach dem Blühen wird es bald hart, und gegen Ende des Monats sind die meisten Früchte reif. Nach dem Abmähen wächst das Gras rasch nach. Im zweiten Schnitte blüht es nur spärlich, bildet aber zahlreiche sehr lange Laubtriebe, so dass der Ertrag beim Anbau in Gemengen im zweiten Schnitte nicht selten höher ist als im ersten.

Es gilt als eins der besten Gräser.

In dem blühenden Grase wurde festgestellt:[1]

Trockensubstanz (Mitt. a. 4 Anal.) .	23,16 %,	Min. 13,82 %,	Max. 30,00 %.
Darin:			
Nh. Substanz (Mitt. a. 19 Anal.) .	11,55 „	„ 7,79 „	„ 25,13 „
Rohfett (Mitt. a. 17 Anal.) . . .	3,26 „	„ 2,30 „	„ 3,98 „
Nfr. Extraktstoffe (Mitt. a. 17 Anal.)	51,15 „	„ 36,27 „	„ 57,34 „
Rohfaser (Mitt. a. 17 Anal.) . . .	28,70 „	„ 24,42 „	„ 46,13 „
Asche (Mitt. a. 19 Anal.)	7,93 „	„ 5,31 „	„ 12,23 „

Emmerling und Loges[2]) fanden von 7,16 % Rohprotein der Trockensubstanz nur 3,49, d. i. 49,8 % verdaulich; vermutlich waren aber die von ihnen untersuchten Pflanzen bereits weit in der Reife vorgeschritten. Ad. Mayer[3]) ermittelte dagegen unter 6,23 % Rohprotein der Trockensubstanz (des blühenden Grases?) 4,22, d. i. 67,8 % als verdaulich.

Nach Jordan, Bartlett und Merill[4]) ergab sich durch Versuche mit Schafen, dass von dem Heu des nach der Blüte geernteten Knaulgrases in Prozenten der verzehrten Menge verdaut wurden:

auf 1 *ha* dürften etwa 23 *kg* genügen. Charl. W. Debney fand in der Trockensubstanz von Poa palustris aus Wisconsin (1878):

Nh. Substanz	8,91 %.
Rohfett	3,48 „
Nfr. Extraktstoffe . . .	57,25 „
Rohfaser	32,79 „
Reinasche	4,74 „

Der biologische Entwickelungszustand des untersuchten Grases ist (bei Dietrich und König I, S. 21) nicht mitgeteilt.

Für sehr nasse und häufig überflutete Standorte käme endlich noch das *Wasser-Mannagras*, die echte Havel-Mielitz (Glyceria spectabilis *M.* et *K.*) in Betracht, die, jung geschnitten, als vorzügliches Futter für Milchvieh gilt.

Die Samen dieser beiden Arten sind bis jetzt aber selten echt im Handel zu haben und dann teuer. Nach Stebler (Die besten Streuepflanzen, 1898, S. 96) ist überdies die Keimfähigkeit der Samen des Wasser-Mannagrases sehr gering, weshalb er empfiehlt, die Pflanze bei Streuwiesenanlagen mit Hilfe ihrer unterirdischen Stöcke zu vermehren.

[1]) Dietrich und König I, S. 11 und 12, II, S. 899.

[2]) Dietrich und König II, S. 908.

[3]) A. a. O., S. 114. Auf Trockensubstanz berechnet.

[4]) Dietrich und König II, S. 1085.

An organischer Substanz . . .	85,8 %.
„ Stickstoffsubstanz	58,5 „
„ Fett	51,2 „
„ Nfr. Extraktstoffen . . .	54,4 „
„ Holzfaser	51,2 „

Das Knaulgras wird jedoch auf Weiden wegen der Horste, die es bildet, und weil die Tiere es meist schon vermeiden, sobald seine Fruchttriebe erscheinen, oft nicht gern gesehen. Nichtsdestoweniger enthalten einige der besten Fettviehweiden Englands überwiegend dieses Gras. Es empfiehlt sich, es in der vollen Blüte zu mähen und die verholzten Fruchthalme auf den Weiden rechtzeitig mit der Sense zu entfernen.

In Norddeutschland ist das Knaulgras eigentlich ein Waldgras und meist nur auf solchen Wiesen dauernd zu treffen, die zwischen Bäumen oder Gebüsch liegen, obwohl es wegen der häufigen Ansaat oft auch auf andere verschleppt wird. Es gedeiht auf Moordämmen, auf abgetragenem und auf nichtabgetragenem Hochmoorboden eine Reihe von Jahren vorzüglich und breitet sich sogar in den ersten 4—5 Jahren nicht selten stärker auf ihnen aus, geht dann aber, soweit die Beobachtungen reichen, wieder zurück.

Dadurch, dass sich im Frühjahr die Triebe am Rande der Horste zunächst der Erde anschmiegen, und ferner durch die reiche Belaubung und Höhe der entwickelten Halme vermag das Knaulgras an Orten, die ihm zusagen, andere Gewächse zu unterdrücken, namentlich solche, die für den Standort minder geeignet sind. Man sollte es daher in die Saatmischungen für Dauerwiesen nicht in zu hohen Prozentsätzen einstellen.

Das Knaulgras, das sich auf mässig feuchten, offenen Wiesenflächen Mittel- und Süddeutschlands oft hervorragend an der Zusammensetzung des Bestandes beteiligt, ist wegen seines abweichenden Verhaltens im norddeutschen Tieflande mehr für Wechselwiesen als für Dauerwiesen geeignet.

Es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass sich das Knaulgras auf dem nichtabgetragenen Hochmoorboden bei Anwendung der Untergrundskalkung und der damit verbundenen Vertiefung der Ackerkrume als ein Dauergewächs erweisen wird. Denn der Hochmoorboden trägt nach der Entwässerung spontan mehrere andere Pflanzen, die man sonst gewohnt ist, bei uns wie das Knaulgras in Wäldern und Gebüschen zu treffen (z. B. Corydalis claviculata, Epilobium angustifolium, Senecio silvaticus, Deschampsia flexuosa, Holcus mollis, Polystichum spinulosum etc.), sogar teilweise als schwer vertilgbare Unkräuter.[1])

[1]) Bei dieser Gelegenheit möge auf das *Hainrispengras* (Poa nemoralis *L.*) aufmerksam gemacht werden, das sich, als Waldgras, wahrscheinlich so wie das Knaulgras verhält. Nach einem, allerdings erst 2 Sommer und einem Winter dauernden Versuche hat es sich auf nichtabgetragenem Hochmoore ganz ausgezeichnet entwickelt. Samsöe Lund (Grässer i blomsterlös Tilstand. Kopenhagen 1882, S. 41) schätzt es zwar nur gering. Allein es fehlt bis jetzt noch völlig an Anhaltspunkten zur Beurteilung des Wertes, den es auf Hochmoorböden erlangen kann. Johnson und Jenkins (Dietrich und König II, S. 900) fanden dieses Gras zur Zeit der vollen Blüte folgendermassen zusammengesetzt:

Nach Stebler beträgt die durchschnittliche Reinheit der Saat 75,8%, die Keimfähigkeit 78%. Nach demselben sind zur Reinsaat auf 1 *ha* 40 *kg* einer 57%igen Ware erforderlich.

12. *Das Kammgras* (Cynosurus cristatus *L.*). Ein ausdauerndes Untergras, dessen Blütenhalme 0,3—0,7 *m* hoch werden. Es bildet einen kleinen flachen Horst, treibt im Frühjahr ziemlich spät und langsam aus und steht meist um die Mitte der vierten Woche des Juni auf den Moorwiesen in voller Blüte. Da die Laubtriebe nur niedrig bleiben, so ist der Ertrag beim Anbau in Gemengen im ersten Schnitte nicht sehr hervorragend. Nach der Blüte werden die Halme rasch hart und auf der Weide vom Vieh vermieden. Nach dem ersten Schnitte treibt das Kammgras ziemlich langsam wieder aus und der Ertrag steht, wenigstens nach meinen Beobachtungen an Hochmoorwiesen, dem des ersten Schnittes beträchtlich nach.

Als Futter wird das Gras bei uns allgemein geschätzt. Auf manchen Fettviehweiden der Marschen bildet es den Hauptbestandteil.

Nach Thom. Way[1]) enthielt blühendes, auf kalkhaltigem Lehme gewachsenes Kammgras 37,27% Trockensubstanz und darin:

Nh. Substanz	10,90%.
Rohfett	3,54 „
Nfr. Extraktstoffe . . .	52,82 „
Rohfaser	26,36 „
Asche	6,38 „

Nach Emmerling und Loges[2]) fanden sich in 9,18% des Rohproteins der Trockensubstanz des (blühenden?) Kammgrases 5,40, d. i. 58,8%, nach Ad. Mayer[3]) in 7,51% (der blühenden Pflanze?) 4,55, d. i. 60,5% verdaulich.

Das Kammgras gedeiht vorzüglich auf mässig feuchtem Hochmoorboden. In Gemengen wird es durch höher und dichter werdende Gewächse leicht unterdrückt oder wenigstens zurückgehalten. Es ist demnach besser für Weiden als für Mähewiesen geeignet. Der ziemlich hohe Preis der Saat (2—3,5 M. für 1 *kg*) wird dadurch ausgeglichen, dass die zur Reinsaat auf 1 *ha* erforderliche Menge nach Stebler nur 28 *kg* bei einem Gebrauchswerte von 54% beträgt. Derselbe Forscher stellte die durchschnittliche Reinheit der Saat zu 90%, ihre Keimfähigkeit zu 60% fest.

13. *Der rote Schwingel* (Festuca rubra *Hckl.*). Von diesem ausdauernden Untergrase sind im norddeutschen Tieflande zwei Unterarten heimisch, nämlich der kriechende und der dichtrasige Rotschwingel.

Trockensubstanz	35,67%.	
Darin:		
Nh. Substanz	10,27 „	, wovon 9,37% Eiweiss.
Rohfett	3,02 „	
Nfr. Extraktstoffe	47,60 „	
Rohfaser	33,75 „	
Asche	5,36 „	

[1]) Dietrich und König I, S. 10.

[2]) Dietrich und König II, S. 908.

[3]) A. a. O., S. 114. Auf Trockensubstanz berechnet.

a) *Der kriechende Rotschwingel* (Festuca rubra eurubra genuina *Hackel*) ist durch ziemlich lange unterirdische Kriechtriebe ausgezeichnet, vermöge deren er einen mässig dichten Rasen zu bilden und den Boden zu befestigen vermag. Der Blütenhalm wird 0,5 bis 1 *m* und selbst darüber hoch. Die Pflanze treibt ziemlich zeitig im Frühjahr aus und blüht auf unseren Moorwiesen gewöhnlich in der vierten Woche des Juni. Der Ertrag beim ersten Schnitte ist auf gutem Boden wegen der reichlich entwickelten Blütenhalme leidlich hoch. Nach der Blüte werden die Halme hart. Im zweiten Schnitt werden kaum vereinzelt Blütenhalme getrieben und der Ertrag steht demgemäss zurück, obwohl die Laubtriebe dann 25 bis 40 *cm* hoch werden.

Der kriechende Rotschwingel gedeiht auf allen Bodenarten, besonders auf nicht allzu bindigen, und ist dementsprechend in allen vier Wiesentypen zu treffen. Er ist ungemein genügsam und wächst daher sowohl auf armem, schlecht gedüngtem, wie auf reichem Boden. Auf letzterm wird er aber höher und dichter, zumal wenn der Boden etwas frisch ist, wächst besser nach und wird nicht so früh hart, wie auf armem, trockenem Boden.

Die Untersuchung des in der Blüte geernteten Grases ergab nach Ritthausen und Scheven [1]) einen Gehalt von 26,50 % Trockensubstanz und darin:

Nh. Substanz	8,90 %.
Rohfett	1,88 „
Nfr. Extraktstoffe . . .	37,53 „
Rohfaser	45,65 „
Asche	6,04 „

Stebler und Schröter [2]) beurteilen den roten Schwingel als ein Gras, „das sowohl als Weide- wie als Untergras zu Mähewiesen auf entsprechendem Boden vortreffliche Dienste leisten kann, wenn es auch kein Wiesengras erster Güte ist“. Ich selbst kann aus eigener Anschauung hinzufügen, dass die edlen Pferde auf den Trakehner Weiden die frischen Stellen, wo der kriechende Rotschwingel recht dicht wächst, mit Vorliebe abgrasen. Auch Rinder fressen das Gras anstandslos auf der Weide wie im Heu, wenn es darin mit anderen Gräsern gemengt ist, verschmähen es aber auf trocknen, mageren Weiden.

Ich halte es nach alledem für richtig, von diesem Grase eine kleine Menge in die Saatmischung wenigstens für gewisse Moorwiesen einzustellen. Dass es auf unrichtig gedüngten oder in der Düngung oder sonstwie vernachlässigten Wiesen nach dem Verschwinden der besseren Gräser zuweilen allein das Feld behauptet, ist bei seiner grossen Genügsamkeit nicht überraschend und kein Grund, es von der Ansaat gänzlich auszuschliessen.

Leider ist die Saat selten echt und zuweilen sehr unrein. Man kann sie nicht mit Sicherheit von der verwandter Arten und Abarten unterscheiden, und man kann darin eher einen Grund finden, dieses Gras von einer Saatmischung auszuschliessen. Ich habe das Gras deshalb nur da in

1) Dietrich und König I, S. 13.

2) A. a. O. II, S. 27.

die Saatmischungen eingestellt, wo es nichts schadet, wenn statt dessen das nächstfolgende geliefert wird.

Nach Stebler soll eine gute Durchschnittsware 85 % Reinheit und 50 % Keimfähigkeit haben, und es sind 35 *kg* eines 42,5 %igen Saatgutes zur Reinsaat auf 1 *ha* erforderlich. Für gewöhnlich empfiehlt er 36 *kg*.

b) *Der dichtblättrige Rotschwingel* (Festuca rubra eurubra fallax *Hackel*, F. heterophylla *Haenke*) unterscheidet sich von dem vorigen durch die fehlenden oder äusserst kurzen unterirdischen Kriechtriebe. Er bildet demgemäss kleine, dichte Horste, die im Frühjahr zahlreiche, bis 0,8 *m* hohe Blütenhalme treiben.

Bodenansprüche, Ertrag und Futterwert sind dieselben wie beim kriechenden Rotschwingel.

Diese Pflanze ist bei uns namentlich in Gebüschen, Hecken und lichten Wäldern verbreitet. Sie gedeiht auch wild auf Hochmoorböden; doch liegen noch nicht genügend lange Beobachtungen über die Ausdauer der kultivierten Pflanze auf diesem Boden vor. Vielleicht trifft auf sie dieselbe Vermutung wie die über die Ausdauer des Knauelgrases zu.

Im Handel erhält man unter dem Namen roter Schwingel gewöhnlich diese Abart.

Saatmenge und Gebrauchswert entsprechen denen der vorigen Unterart.[1])

14. *Der Wiesenschwingel* (Festuca pratensis *Huds.*, F. elatior *L.*). Ein ausdauerndes Obergras, dessen Blütenhalme bis über 1 *m* hoch werden. Er bildet einen ebenen, lockern Horst. Im Frühjahr treibt der Wiesenschwingel ziemlich zeitig aus und steht bei uns auf den Moorwiesen meist zu Anfang der vierten Juniwoche in voller Blüte. Nach dem ersten Schnitte wächst er ziemlich rasch nach und treibt nur vereinzelte Blütenhalme, aber dafür zahlreiche und hohe Laubtriebe. Der Ertrag ist daher auch im zweiten Schnitte auf den Wiesen, wo das Gras vorherrscht, hoch.

Der Wiesenschwingel eignet sich ebensowohl als Wiesen- wie als Weidegras. *Die* Fettviehweiden der Marschen, auf denen er vorherrscht, sind besonders geschätzt, weil sie nach dem Abgrasen rasch wieder nachwachsen.

Drei Untersuchungen von blühendem Wiesenschwingel[2]) ergaben:

Trockensubstanz	29,23 %,	Min. 25,20 %,	Max. 32,38 %.
Darin:			
Nh. Substanz	8,95 „	„ 8,30 „	„ 9,48 „
Rohfett	2,73 „	„ 45,40 „	„ 3,17 „
Nfr. Extraktstoffe . . .	45,47 „	„ 40,54 „	„ 48,57 „
Rohfaser	36,68 „	„ 34,96 „	„ 40,07 „
Asche	6,17 „	„ 5,74 „	„ 6,74 „

[1]) Der echte *verschiedenblättrige Schwingel* (Festuca rubra heterophylla *Hackel*) ist für Dauerwiesen auf den Mooren des norddeutschen Tieflandes sicher ganz ungeeignet.

[2]) Dietrich und König I, S. 13, und II, S. 900.

Emmerling und Loges[1]) fanden in 7,91 % Rohprotein der Trockensubstanz des (blühenden?) Wiesenschwingels, der an einem für ihn zu trockenen Standorte gewachsen war, 4,68, d. i. 59,1 % verdaulich. Dagegen fand Ad. Mayer[2]) in 5,83 % bei den auf ihrem natürlichen Standorte gewachsenen (blühenden?) Pflanzen 4,08, d. i. 70 % verdaulich.

Ganz allgemein gilt der Wiesenschwingel als eines unserer besten Wiesengräser. Feuchter und selbst ziemlich nasser Boden, sowohl Moor- wie Mineralboden, sagt ihm am meisten zu. Er gedeiht zwar auch auf mässig trockenem Boden, bleibt da aber nur niedrig, wird früh hart und von anderen Gräsern leicht unterdrückt.

Solange die Preise für die Saat dieses trefflichen Grases so niedrig sind, wie in den letzten Jahren, sollte man es stark in die Saatmischungen für einen ihm zusagenden Boden einstellen. Auch bei Einsaaten in ältere Wiesen auf solchem Boden sollte man den Wiesenschwingel bevorzugen, wenn es nicht auf einen sehr bald hervortretenden Erfolg ankommt.

Die Saat kommt grösstenteils aus Nordamerika. Nach Stebler ist aber die europäische der amerikanischen vorzuziehen, da die Pflanzen aus der letztern dem Roste stark unterworfen und nicht so ergiebig seien, wie der deutsche Wiesenschwingel.[3])

Nach demselben Forscher beträgt die durchschnittliche Reinheit der Saat 89,3 %, ihre Keimfähigkeit 82 %, und es sind zur Reinsaat einer 77 %igen Ware 47 *kg* für 1 *ha* erforderlich.

B. Schmetterlingsblüher.

15. *Die Hopfenluzerne* (Medicago lupulina *L.*), auch Hopfenklee oder Gelbklee genannt. Ein Kraut mit niederliegendem, in Mischungen aber bis 0,3 *m* aufsteigendem Stengel. Obwohl die Pflanze selten älter als 1—2 Jahre wird, so dauert sie dennoch auf geeignetem Boden gut aus, indem sie sich durch ihre abfallenden Samen immer wieder ansäet. Im Frühjahr treibt sie zeitig aus. Die Blüte beginnt gegen Mitte Mai und währt bis in den Herbst hinein.

Die Hopfenluzerne gedeiht auf mässig feuchtem Niederungsmoorboden sehr gut, minder gut, soweit die Erfahrungen reichen, auf Hochmoorboden. Sie ist für Mähewiesen weniger geeignet, für Weiden aber sehr geschätzt, da sie nicht hart wird und das Vieh sie gerne frisst.

[1]) Dietrich und König II, S. 908.

[2]) A. a. O., S. 114. Auf Trockensubstanz berechnet.

[3]) Aus diesem Grunde empfiehlt Stebler, wenn Wiesenschwingel europäischer Herkunft nicht zu haben ist, dafür den *Rohrschwingel* (Festuca arundinacea *Schreb.*, Festuca elatior *Sm.*) neuseeländischer Herkunft anzusäen. Der bei uns unter ähnlichen Verhältnissen wie der Wiesenschwingel wachsende Rohrschwingel ist allerdings ein hartes, vom Vieh meist ungern gefressenes, wenn auch sehr ergiebiges Gras. Dagegen gehört die neuseeländische Pflanze nach Stebler einer Zwischenform zwischen beiden Arten an und ist demgemäss minder hart als der einheimische Rohrschwingel und ertragreicher als der Wiesenschwingel.

Zur Blütezeit fand man in der Pflanze:[1])

Trockensubstanz (Mitt. a. 4 Anal.)	20,60 %,	Min. 13,70 %,	Max. 23,20 %.
Darin:			
Nh. Substanz (Mitt. a. 4 Anal.) .	16,99 „	„ 13,69 „	„ 24,23 „
Rohfett (1 Anal.)	4,05 „	„ — „	„ — „
Nfr. Extraktstoffe (Mitt. a. 2 Anal.)	38,74 „	„ 33,68 „	„ 43,79 „
Rohfaser (Mitt. a. 2 Anal.) . . .	30,02 „	„ 27,19 „	„ 32,85 „
Asche (Mitt. a. 4 Anal.)	9,18 „	„ 8,18 „	„ 10,84 „

Nach STEBLER[2]) ist der Nährstoffgehalt des Heues beträchtlicher als der eines Rotkleeheues von mittlerer Qualität.

Nach demselben hat eine gute Saatware eine durchschnittliche Reinheit von 97 % und eine Keimfähigkeit von 85 %. Von einer 82,5 % igen Ware sind 21 *kg* zur Ansaat für 1 *ha* nötig. Gewöhnlich legt man den Berechnungen einen Bedarf von 23 *kg* zu Grunde.

16. *Der gehörnte Schotenklee* (Lotus corniculatus *L.*), auch Wiesen-Hornklee genannt. Eine ausdauernde Pflanze, die auf Wiesen 0,3—0,4 *m* hoch wird. Durch ihre in ihrem untern Teile dem Boden dicht angeschmiegten und reich verästelten Zweige (seltener sind unterirdische Kriechtriebe vorhanden) bildet die Pflanze ein flaches Polster. Sie beginnt zeitig im Frühjahr zu treiben und auf dem Moorboden gewöhnlich um Anfang Juni zu blühen. Sie gedeiht auch auf ziemlich trockenem, nichtabgetragenem Hochmoorboden bei angemessener Düngung recht gut.

Bei zwei Untersuchungen fand sich gehörnter Schotenklee in der Blüte folgendermassen zusammengesetzt:

	Trockensubstanz	In der Trockensubstanz				
		Nh. Substanz	Rohfett	Nfr. Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
	%	%	%	%	%	%
Nach RITTHAUSEN[4]) . . .	20,8	15,23	39,90	51,60	25,48	7,96
„ STEBLER[5])	22,1	20,2	4,7	28,2	46,8	—
Im Mittel:	21,5	17,72	—	—	36,14	—

In der Trockensubstanz des Heues solcher Pflanzen, die erheblich im Samenansatze vorgeschritten waren, stellte MAERCKER[6]) fest:

Nh. Substanz	15,9 %.
Rohfett	2,7 „
Nfr. Extraktstoffe	46,7 „
Rohfaser	28,9 „
Asche	5,8 „

[1]) DIETRICH und KÖNIG I, S. 63 und 64.
[2]) A. a. O. II, S. 68.
[3]) DIETRICH und KÖNIG I, S. 62.
[4]) DIETRICH und KÖNIG II, S. 62.
[5]) STEBLER und SCHRÖTER, Die besten Futterpflanzen II, S. 72.
[6]) Jahresbericht über die Fortschritte der Agrikulturchemie 1887, S. 416.

Über den Wert des gehörnten Schotenklees äussert sich Stebler:[1] „Allein gesät ist der Schotenklee keine ergiebige Pflanze, dagegen ist er im Gemenge mit höher wachsenden Futterpflanzen sehr am Platze, indem er in denselben die unteren Lücken der Mischung ausfüllt und dadurch den Ertrag vermehrt. Er eignet sich sowohl als Mähefutter, wie zur Weide, gedeiht fast auf jedem Boden und ist ausdauernd. Das sind Eigenschaften, welche den Schotenklee für dauernde Wiesenanlagen und Weiden zu einer sehr wertvollen Futterpflanze machen.“

Ich selber habe beobachtet, dass die jungen Triebe von Rindern und Pferden anstandslos gefressen werden. Dies gilt besonders von der gebauten Pflanze, die unter gleichen Verhältnissen höher und üppiger wächst, als die wilde.

Die Blüten enthalten einen bitterschmeckenden Stoff, weshalb Stebler empfiehlt, den gehörnten Schotenklee zur Grünfütterung vor dem Aufblühen zu schneiden. Andererseits soll der Farbstoff der Blüten günstig auf die Farbe der Butter wirken.

Nach demselben Autor beträgt die Reinheit der käuflichen Samen durchschnittlich 85 %, die Keimfähigkeit stellte er zu 42,5 % fest. Zur Reinsaat auf 1 *ha* sind 12,5 *kg* erforderlich, gewöhnlich sät man 14 *kg*.

17. *Der Sumpf-Schotenklee* (Lotus uliginosus *Schkuhr*), auch Sumpf-Hornklee genannt. Eine ausdauernde Staude, die mit ihren stets unterirdischen Ausläufern und deren an der Oberfläche sich stark verzweigenden Seitentrieben, ähnlich der vorigen, flache, dichte Rasen bildet. Die Stengel werden auf den Wiesen 0,60—0,80 *m* hoch, zuweilen noch höher.[2]

Der Sumpfhornklee treibt im Frühjahr später aus als der gehörnte und steht auf den Moorwiesen gewöhnlich um die Mitte der vierten Woche des Juni in voller Blüte. Nach dem ersten Schnitt blüht er in der zweiten Hälfte des August zum zweiten Male. Der Sumpf-Schotenklee gedeiht auf allen feuchten und nassen Bodenarten, auch auf nichtabgetragenem Hochmoorboden, wenn dieser hinreichend feucht ist. Auf derartigen Böden ist er vermöge seiner grossen Ausdauer wohl geeignet, den Rot- und Bastardklee zu ersetzen.

Gleich diesen liefert er auch im zweiten Schnitt einen sehr hohen Ertrag und nimmt in dem dann gewonnenen Heu zuweilen über die Hälfte des ganzen Gewichtes für sich in Anspruch.

Ritthausen[3]) fand bei Pflanzen, die vor dem Aufblühen geerntet waren, folgende Zusammensetzung:

[1]) A. a. O. II, S. 69.

[2]) In floristischen Werken wird die Höhe dieser Pflanze konventionell viel zu niedrig angegeben. In Ufergebüschen erreicht sie eine Länge von mehr als 1 *m*. Die oben angegebene Länge stellte ich auch auf gut gedüngten Wiesen auf abgetragenem Hochmoorboden beim zweiten Schnitte fest, obschon da im allgemeinen die Pflanze niedriger bleibt als in dem ersten.

[3]) Dietrich und König I, S. 62.

Trockensubstanz	23,9 %.
Darin:	
Nh. Substanz	21,50 „
Nfr. Extraktstoffe	44,61 „
Rohfaser	26,78 „
Asche	7,11 „

Blühender Sumpfschotenklee von einer gedüngten Moorwiese, der im chemischen Laboratorium der Moor-Versuchs-Station zu Bremen analysiert war,[1]) enthielt in der Trockensubstanz:

Nh. Substanz	20,44 %,	davon 15,19 % Reinprotein
		und 5,25 „ Amid.
Rohfett	2,93 „	
Rohfaser	26,19 „	

Von dem Rohprotein erwiesen sich nach dem STUTZER'schen Verfahren 13,50, d. i. 66 % als verdaulich.

Nach meinen Wahrnehmungen und Erkundigungen wird der Sumpf-Schotenklee sowohl als Grünfutter wie als Heu (im Gemenge mit Gräsern) sehr gern von den Rindern gefressen und wirkt sehr günstig auf den Milchertrag. Dem Heu verleiht er einen angenehmen, süsslich-kleeartigen Geruch.

Auf unbeschlicktem, abgetragenem Hochmoorboden brachte der im Gemenge gebaute Sumpfhornklee schon im Jahre nach der Ansaat im zweiten Schnitte einen hohen Ertrag; im zweiten Jahre war ein solcher auch schon im ersten Schnitte zu verzeichnen.

Da die Samen des Sumpfschotenklees kleiner sind als die des gehörnten, so reichen schon 10 *kg* zur Reinsaat auf 1 *ha* aus. Doch nimmt man gewöhnlich auch hier 14 *kg*.

18. *Der Rotklee* (Trifolium pratense *L.*) wird bei uns in zwei Abarten gebaut, die zunächst mit dem botanischen Namen bezeichnet werden mögen. Es ist Trifolium pratense perenne *Hort.* und T. pratense sativum *Schreber et Hoppe.*

Die Abart Trifolium pratense perenne (T. pratense pratorum *Alefeld*) ist vor der andern gekennzeichnet durch niedrigern, selten eine Höhe von 0,50 *m* überschreitenden Wuchs, die knieförmig oder bogenförmig aufsteigenden Stengel, die meist schmäleren und spitzeren Blattspreiten der oberen Stengelteile, kleinere Blütenköpfe und die grössere Ausdauer. Nur diese Abart findet sich wirklich wild auf den Wiesen Norddeutschlands. Sie kann sogar auf ziemlich nassem Moorboden gedeihen, wenn er reich an Nährstoffen ist. Namentlich auf den Wiesen der Flussthäler, auf Schlick- und Sandboden ist sie oft überaus reichlich vorhanden. Mit ihr stimmen der Mattenklee der Schweizer, der am Niederrhein gebaute Bullenklee und das Cowgrass der Engländer überein. Alle diese aus der in Mitteleuropa

[1]) Von Herrn Dr. IMMENDORFF mir freundlichst mitgeteilt.

heimischen Abart des Rotklees hervorgegangenen Kulturrassen fasse ich unter dem Namen *Bullenklee* zusammen.

Dagegen stammen die Kulturrassen, die als *Acker-Rotklee* (Trifolium pratense sativum) zusammengefasst werden mögen, vermutlich alle von einer Abart des Rotklees ab, deren Heimat im Mittelmeergebiete zu suchen ist, wo der Kleebau bekanntlich zuerst geübt wurde und von wo er im sechzehnten Jahrhundert über Brabant und Flandern nach England und Deutschland gelangt ist. Auf die südliche Herkunft dieser Rassen deutet die Empfindlichkeit gegen Kälte und Rauhigkeit des Klimas, die zwar nicht bei allen gleich gross ist, aber trotz eines dreihundertjährigen Anbaues in Mittel- und Nordeuropa nicht gänzlich aufgehoben ist.

Die Ausdauer des Bullenklees lässt es gerechtfertigt erscheinen, ihm bei der Anlegung von dauernden Grasfutterflächen den Vorzug zu geben, wogegen die andere Abart für Kleeäcker und Kleegras mehr geeignet ist. Auch Stebler[1]) rät: „Bei Wechsel- und Dauerwiesen verwende man stets den wilden Rotklee und wenn dieser nicht erhältlich ist, so verzichte man auf den Rotklee oder nehme doch nur einen mässigen Prozentsatz davon, weil er doch nicht andauert.“ Diese Vorsicht hat im erhöhten Masse für die Anlegung von Moorwiesen zu gelten.

Untersuchungen über die Zusammensetzung blühenden Bullenklees liegen mir nicht vor. Das Futter von Wiesen, auf denen er reichlich wächst, wird sehr hoch geschätzt.

Die Pflanze beginnt auf dem Marschklei der Bremer Niederung gewöhnlich im Anfang der vierten Maiwoche zu blühen und steht um den ersten Juni allgemein in voller Blüte. Am 12. Juni 1896 fand ich sie auf den Kleibodenwiesen der Trakehner Niederung an der östlichen Grenze unseres Gebietes in der Blüte schon ziemlich weit vorgeschritten. Dagegen steht der Ackerrotklee in dem ganzen Gebiete etwa um den 20. Juni in voller Blüte.

Zur Reinsaat auf 1 *ha* rechnet man 23 *kg* eines 88⁰/₀igen Saatgutes.

Sind die Samen von wilden Pflanzen gesammelt, so dürfte es sich empfehlen, sie zur Erhöhung der Keimfähigkeit mit dem Svalöfer Kleesamenpräparator zu bearbeiten, was auch bei den Samen der Schotenkleearten angebracht wäre.

19. *Der Bastardklee* (Trifolium hybridum *L.*), auch schwedischer Klee, Alsike oder Grünklee genannt, ist in den meisten Teilen Niederdeutschlands, namentlich auf den Uferwiesen und in den Weidendickichten der grossen Ströme vielleicht ursprünglich heimisch, wenn auch das Vorkommen früher wahrscheinlich viel weniger häufig war als jetzt, wo die Pflanze infolge des Anbaues oft an Orte verschleppt wird, an denen sie nicht absichtlich ausgesät wurde. Namentlich gilt das von der Nähe menschlicher Wohnstätten, von Schuttplätzen, Wegrändern, Viehtriften u. dergl. Dem entspricht es, dass der Bastardklee in Norddeutschland gewöhnlich nur auf Kultur-

[1]) A. a. O. I, S. 118.

wiesen und auch da nur infolge von Ansaat oder Einsaat in nennenswerter Menge vorkommt.

Dieser Klee gedeiht am besten auf frischem, fruchtbarem Boden, vermag sich aber selbst auf nassem länger und besser zu halten, als der Rotklee. In gleicher Weise dauert er auch auf abgetragenem und auf nichtabgetragenem Hochmoorboden länger aus als dieser. In allen Fällen geht er aber auf den Moorwiesen nach wenigen Jahren, auch bei reichlicher und angemessener Düngung stark zurück.

Auf beschlickten Hochmoorboden kann er sich so üppig entwickeln, dass er auch bei mässig starker Einstellung in die Saatmischung alle anderen Gewächse, die mit ausgesät waren, in bedenklicher Weise zurückdrängt. Ich fand, dass dies bei einer Einstellung von etwa 9% der Reinsaat und 1,5facher Saatdichte (2 *kg* auf 1 *ha* bei mittlerm Gebrauchswerte) in schädlicher Weise erfolgte. In diesem Falle hatten sich die einzelnen Pflanzen sehr reich bestockt; die Stengel waren beim ersten Schnitte etwa 80 *cm* hoch geworden und hatten sich stark gelagert.

Für Pferdeweiden ist der Bastardklee ungeeignet, da er grün gefressen leicht Blähungen verursacht. Auch wird reiner Bastardklee als Grünfutter wegen seines scharfen, etwas bittern Geschmackes von den Tieren ungern gefressen und soll nach DAMMANN bei Pferden Anschwellungen des Maules und der Augenlider hervorgerufen haben.

Wie der Ackerrotklee fängt der Bastardklee bei uns gewöhnlich erst nach Mitte April zu treiben an. Die Stengel der gebauten Pflanzen können bis zu 1 *m* hoch werden, die der wilden bleiben niedriger.

Zur Zeit der vollen Blüte, die auf den Moorwiesen gewöhnlich in die vierte Juniwoche fällt, zeigte die Pflanze folgende Zusammensetzung:[1])

Trockensubstanz (Mitt. a. 3 Anal.)	16,99%,	Min. 16,40%,	Max. 17,40%.
Darin:			
Nh. Substanz (Mitt. a. 2 Anal.) .	10,21 „	„ 13,62 „	„ 17,01 „
Nfr. Extracktstoffe (Mitt. a. 2 Anal.)	45,51 „	„ 42,34 „	„ 48,68 „
Rohfaser (Mitt. a. 3 Anal.) . . .	31,67 „	„ 32,09 „	„ 29,37 „
Asche (Mitt. a. 3 Anal.)	9,08 „	„ 8,33 „	„ 10,36 „

Das Heu des in voller Blüte geernteten Bastardklees (der mit wenig Timotheegras vermengt war) zeigte nach den Versuchen von JORDAN, BARTLETT und MERILL [2]) beim Schafe folgende Verdaulichkeit in Prozenten der verzehrten Menge:

Organische Substanz	62,70 %.
Nh. Substanz	64,00 „
Fett	35,10 „
Nfr. Extraktstoffe	74,10 „
Holzfaser	51,00 „

Die geeignetste Zeit zum Schneiden des Bastardklees ist nach E. WOLFF (ähnlich wie beim Ackerrotklee) kurz vor oder bei dem Beginne

[1]) DIETRICH und KÖNIG I, S. 68.
[2]) DIETRICH und KÖNIG I, S. 1094.

der Blüte, weil dann der prozentische Gehalt an verdaulichen Nährstoffen am höchsten ist.

Zur Reinsaat auf 1 *ha* sind nach Stebler 14 *kg* eines 73 prozentigen Saatgutes erforderlich. Derselbe fand die durchschnittliche Reinheit der Samen zu 95,3 % und ihre Keimfähigkeit zu 73 %.

20. *Der Weissklee* (Trifolium repens *L.*) stellt sich von allen schmetterlingsblütigen Gewächsen am häufigsten von selbst auf den Moorwiesen ein, wohin seine Samen mit dem Miste der zur Bestellung und Ernte verwendeten Pferde, mit Stalldung oder Jauche oft reichlich verschleppt werden. Er gedeiht auf allen Bodenarten, selbst auf nassen, zeitweilig überfluteten Wiesen mit nährstoffreichem Boden wächst er nicht selten in Menge.

Die kultivierte Form treibt, namentlich im Gemenge mit anderen Wiesengewächsen, längere Blätter und Blütenschäfte, als die wilde; erstere können 15—20, letztere bis 30 *cm* lang werden. Die wilde Form dauert im allgemeinen besser aus, als die gebaute. Die Blüte tritt auf den Moorwiesen gewöhnlich um die Mitte des Juni ein. Gegen den Schluss des Monats sind die meisten Köpfchen verblüht.

In der Blüte untersuchter Weissklee[1]) zeigte folgende Zusammensetzung:

Trockensubstanz (1 Anal.) . . .	20,29 %.				
Darin:					
Nh. Substanz (Mitt. a. 7 Anal.) .	16,27 %,	Min.	9,06 %,	Max.	20,71 %.
Rohfett (1 Anal.)	2,34 „				
Nfr. Extraktstoffe (1 Anal.) . .	37,27 „				
Rohfaser (Mitt. a. 7 Anal.) . .	29,52 „	„	25,00 „	„	34,22 „
Asche (Mitt. a. 7 Anal.) . . .	7,36 „	„	1,45 „	„	10,29 „

Raschwüchsige, hohe und stark schattende Gewächse unterdrücken den Weissklee. Dagegen verdrängt er selber durch seine vielverzweigten, dem Boden fest angeschmiegten und ihn dicht überziehenden kriechenden Triebe langsam wachsende Gräser, namentlich auf Weiden. Er ist dadurch aber auch imstande, die Lücken der Narbe bald zu schliessen, und daher wert, in Saatmischungen für die Mähewiesen auf den Moorböden in einer gewissen Menge eingestellt zu werden.

Zur Reinsaat sind nach Stebler 14 *kg* einer 77 %igen Saatware für 1 *ha* erforderlich. Die mittlere Reinheit der Samen stellte er zu 95,1 %, ihre Keimfähigkeit zu 77 % fest.

IV. Zur Frage nach der Wertschätzung der Wiesengewächse.

Für die Beurteilung des Wertes einer Futterpflanze kommt zunächst ihr Gehalt an tierischen Nährstoffen und deren Verdaulichkeit in Betracht, die beide nur durch eine chemische Untersuchung festgestellt werden können.

Durch mehrere solcher Untersuchungen hat sich ergeben, dass die Menge und Verdaulichkeit der in Betracht kommenden Stoffe nach dem

[1]) Dietrich und Knöig I, S. 81 und 219.

biologischen Entwicklungszustande der Pflanze veränderlich sind. Bei den Gräsern ist beides in der Regel am günstigsten zur Zeit ihrer Blüte oder kurz vor deren Eintritt, weshalb man empfiehlt, eine Futterwiese, abgesehen von gewissen Ausnahmen, dann zu mähen, wenn die auf ihr herrschenden Grasarten blühen.

Erfahrungsmässig unterscheiden die Wiesen- und Weidenwirte bessere und schlechtere Gräser, deren Arten durch erfahrene Pflanzenkenner, von denen hier nur Sinclair, Langethal, Samsöe Lund, Schindler, Wittmack, Stebler und Schröter genannt sein mögen, festgestellt worden sind, und es fragt sich nun, wie weit sich beide Klassen hinsichtlich ihrer Zusammensetzung und Verdaulichkeit unterscheiden.

Diese Frage haben Emmerling und Loges[1]) zu lösen versucht, indem sie eine Reihe von Grasarten untersuchten, die auf demselben Boden einzeln nebeneinander gebaut waren. Sie kamen zu dem überraschenden Ergebnis, dass zwischen besseren und schlechteren Gräsern in der genannten Hinsicht keine wesentlichen Unterschiede bestehen.

Leider vermisst man bei dieser so verdienstvollen Arbeit eine zweifellose Angabe darüber, ob die Gräser alle in demselben biologischen Entwicklungsstadium untersucht wurden. Ferner giebt zu bedenken, dass einige Arten, wie Alopecurus pratensis, Agrostis alba und Festuca pratensis, unter Verhältnissen wuchsen, unter denen sie von Natur nicht auf den Wiesen vorkommen. Der Standort war für sie vor allem zu trocken,[2]) was möglichenfalls auf ihre Zusammensetzung von Einfluss gewesen ist. Endlich hat man darauf hingedeutet, dass die nämlichen Arten, wenn sie im Gemenge gebaut werden, durch die gegenseitige Konkurrenz um die Bodennahrung und durch die gegenseitige Beschattung eine andere Zusammensetzung annehmen können, als wenn jede für sich gebaut wird, wie bei den Versuchen von Emmerling und Loges.

Adolf Wagner[3]) hat deshalb mehrere Gräser (und Seggen), die an ihrem natürlichen Standorte auf einer Wiese durcheinander gewachsen waren, zu der gleichen Zeit ernten lassen und in derselben Weise wie die anderen beiden Forscher untersucht. Aber es fehlt auch hier jede genaue Angabe über den Entwicklungszustand der einzelnen Pflanzen. Es ist daher unmöglich, die Ergebnisse Wagner's mit denen von Emmerling und Loges zu vergleichen und die Richtigkeit aller Schlüsse zu prüfen, die Wagner zieht.

Ich habe mich bemüht, solche Analysen der Gräser zusammenzustellen, bei denen in der mir zugängigen Litteratur angegeben war, dass die Pflanzen in der Blüte untersucht worden waren. Die folgende Tabelle enthält die

[1]) Untersuchung einer Reihe von Grasarten in Bezug auf ihre chemische Zusammensetzung und die Verdaulichkeit des Proteins. — Landwirtschaftliches Wochenblatt für Schleswig-Holstein 1889, No. 38.

[2]) Dieses Urteil gründet sich auf meiner eigenen mehrjährigen Kenntnis des Standortes, an dem die von Emmerling und Loges untersuchten Gräser gebaut waren.

[3]) Zur Schätzung der Heusorten auf analytischem Wege. — Journal für Landwirtschaft 1891, S. 107 ff.

gefundenen Werte, wobei solche, die nicht als Mittelwerte zu gelten haben, in Klammern aufgeführt werden.

	Trocken-substanz	In der Trockensubstanz				
		Nh. Substanz	Rohfett	Nfr. Extraktstoffe	Rohfaser	Asche
	%	%	%	%	%	%
Phalaris arundinacea . .	31,10	6,17	1,29	40,77	43,41	8,36
Anthoxanthum odoratum .	24,75	10,12	5,34	26,36	22,28	6,74
Alopecurus pratensis . .	31,00	10,29	2,71	44,85	34,77	7,30
Phleum pratense. . . .	35,08	9,43	2,74	49,00	34,45	6,23
Agrostis alba	(38,60)	(10,96)	(2,92)	(56,83)	(22,05)	(7,23)
Avena elatior.	27,97	9,76	2,61	41,10	37,76	8,32
Holcus lanatus	27,60	10,43	2,54	40,66	38,92	7,45
Poa trivialis	25,10	9,82	2,96	45,75	34,93	6,73
Poa pratensis	31,72	11,98	2,87	43,34	34,06	6,39
Poa palustris	—	(8,91)	(3,48)	(57,25)	(32,79)	(4,74)
Glyceria fluitans. . . .	(22,30)	10,73	(1,33)	(42,88)	(38,4)	8,42
Dactylis glomerata . . .	23,16	11,55	3,26	51,15	28,70	7,93
Cynosurus cristatus. . .	(37,27)	(10,90)	(3,54)	(52,82)	(26,36)	(6,38)
Festuca rubra.	(26,50)	(8,90)	(1,88)	(37,53)	(45,65)	(6,04)
Festuca pratensis . . .	29,23	8,95	2,73	45,47	36,68	6,17
Gesamt-Mittel	29,38	9,93	2,81	45,05	34,08	6,96

Aus dieser Tabelle scheint sich dasselbe zu ergeben, was Emmerling und Loges gefunden haben, denn die Abweichungen der einzelnen Arten liegen — wie man sich durch Vergleichung der Angaben überzeugen wolle, die bei der Besprechung der einzelnen Arten im vorhergehenden Kapitel gemacht wurden — innerhalb der Grenzen, die sich bei verschiedenen Untersuchungen derselben Art fanden.

Aber auch hier erhebt sich ein Zweifel darüber, ob die angeführten Mittelwerte wirklich miteinander vergleichbar sind. Denn erstlich sind sie nicht bei allen Arten aus einer gleichen Zahl von Einzelbeobachtungen abgeleitet; ferner sind diese in verschiedenen Jahren und an Pflanzen vorgenommen, die unter verschiedenen Boden- und klimatischen Verhältnissen gewachsen waren, und endlich ist der Begriff „Blüte“ schwerlich übereinstimmend und immer streng wissenschaftlich aufgefasst worden.

Man wird es aber auch weiterhin kaum für richtig ansehen, die Untersuchung nur auf ein einziges biologisches Entwickelungsstadium einer Art zu beschränken, wenn es sich um ihre allgemeinere Beurteilung handelt. Denn es wurde bei der Besprechung der einzelnen Arten (z. B. Phleum pratense) schon hervorgehoben, dass sich nicht alle zur Zeit ihrer Blüte der gleichen Wertschätzung erfreuen.

Wünschenswert wäre demnach die Beantwortung folgender Fragen:

1. Welche Zusammensetzung zeigen die verschiedenen Wiesengewächse, die an demselben natürlichen Standorte durcheinander gewachsen sind, in gleichen,[1]) succedanen biologischen Entwickelungsstadien?

2. Welche Zusammensetzung zeigen dieselben Arten, die an demselben Standorte wie die vorigen einzeln gebaut sind, wenn sie in den gleichen succedanen Entwickelungsstadien wie jene und in demselben Jahre geerntet werden?

3. Welche Zusammensetzung zeigen dieselben, an dem nämlichen Standorte wie die vorigen gewachsenen Pflanzenarten in dem (bei den einzelnen Arten etwa verschiedenen) Entwickelungsstadium, in welchem sie a) im natürlichen Gemenge zu der Zeit der Heuernte gemeinsam geschnitten werden? und b) wenn man sie zu der nämlichen Zeit ebenda als einzeln gebaute in dem gleichen Entwickelungsstadium wie jene erntet?

Erst wenn diese Fragen, an die sich noch einige andere anschliessen liessen, eine Reihe von Jahren hintereinander für denselben Standort, weiterhin für verschiedene Standorte desselben Bodens, für verschiedene Bodenarten und für verschiedene Düngung beantwortet sind, wird sich herausstellen, ob und wie weit die Untersuchung der Zusammensetzung zuverlässigere Beiträge zu der *verschiedenen* Bewertung der einzelnen Wiesengewächse zu liefern vermag als bisher.

Man darf aber auch dann gar nicht aus dem Auge lassen, dass die Zusammensetzung, der Gehalt an wertvollen Stoffen und deren Verdaulichkeit, keineswegs allein den Massstab für den Wert einer Pflanze als Futter abzugeben vermag. Es ist allerdings nicht gleichgültig, ob 100 Ctr. Heu 700 oder 900 Pfund verdauliches Eiweiss enthalten. Aber was nützt ein noch so hoher Gehalt an verdaulichen Nährstoffen, wenn die Tiere das Heu nicht so gerne fressen, wie ein solches, das weniger reich daran ist! Der Geruch und der Geschmack des gleich gut gewonnenen Futters ist sicher hier ein sehr wichtiges Moment für die Tiere, abgesehen von der Härte, der Schwierigkeit die Pflanzen abzureissen und zu zerkauen. Was den Geruch anlangt, so sei darauf aufmerksam gemacht, dass den einzelnen Grasarten, die im Gemenge auf derselben Wiese gebaut, gleichzeitig geerntet und gleichmässig gut getrocknet wurden, wenn man sie einzeln ausliest, ein specifischer Heugeruch zukommt, den auch der menschliche Geruchssinn zuweilen wahrnehmen kann. Als mir besonders auffällige Gegensätze nenne ich nur Dactylis glomerata und Festuca rubra im Heu der Nachmahd. Und was den Geschmack anlangt, so ist darauf hinzuweisen, dass nicht bloss die chemischen, sondern auch die Gefühlsnerven der tierischen Zunge in Betracht kommen. Verwickelt wird die Sache dadurch, dass eine Art, die für sich allein ungern gefressen wird, häufig von den Tieren ohne Anstand verzehrt wird, sobald man sie ihnen mit anderen im Gemenge verabreicht, worauf bei

[1]) Es ist dabei unbedingt zu verlangen, dass das gleiche biologische Entwickelungsstadium auf Grund einer sorgfältigen sachgemässen Untersuchung festgestellt werde. — Beiläufig sei bemerkt, dass auch die richtige Bestimmung aller fruktifizierenden Halme und besonders die der Laubtriebe *durchaus* verbürgt sein muss!

etwaigen Fütterungsversuchen Rücksicht zu nehmen wäre. Auch verhalten sich die Tiere anders einer Pflanze gegenüber, wenn sie ihnen frisch und wenn sie ihnen im Heu, nachdem sie eine gewisse Fermentation erfahren hat, dargeboten wird.

Endlich sind aber Zusammensetzung, Verdaulichkeit, Geruch, Geschmack und Härte des Futters, das eine Pflanze liefert, nicht die einzigen Momente, die über ihren Kulturwert zu entscheiden haben, sondern von ganz gleicher Wichtigkeit sind ihr Ertrag, ihre Ausdauer, ihre frühere oder spätere Entwicklung, ihre Wuchsform und die grössere oder geringere Schwierigkeit, die ihr Anbau, ihr Trocknen und Einbringen bereitet, ganz abgesehen von manchen anderen, für die Frage der Anbauwürdigkeit in Betracht kommenden Umständen. So ist Agropyrum repens, die Ackerquecke, sicher eins der besten Futtergräser und wäre demnach für Dauerwiesen und Dauerweiden wohl zur Ansaat geeignet, wenn ihr Same echt, rein und preiswert in ausreichender Menge zu haben wäre. Aber für Wechselwiesen ist sie wegen der Verunkrautung des Ackers, die sie veranlasst, völlig unbrauchbar.

So hoher Wert der chemischen Untersuchung der einzelnen Wiesengewächse beizulegen ist, und so dringend erwünscht es ist, sie systematisch auf *alle* Gewächse auszudehnen, die überhaupt auf unseren Wiesen vorkommen, so wird man nach alledem doch genötigt sein, sich nicht allein auf sie zu beschränken, *wenn der Kulturwert einer Art allgemein entschieden werden soll*, sondern man wird immer auch die anderen angedeuteten Umstände in gleicher Weise berücksichtigen müssen.

Das Urteil der pflanzenkundigen und praktischen Beobachter steht aber jetzt schon für eine ganze Reihe der in Betracht kommenden Pflanzen im grossen Ganzen fest, wenn es auch im einzelnen zuweilen schwankt. Indessen lässt sich bei aufmerksamer Beobachtung der in Betracht kommenden Verhältnisse eine Abweichung von dem allgemeinen Urteile meist leicht erklären, wie bei Alopecurus pratensis, Dactylis glomerata, Festuca rubra und Lolium perenne.[1]) In anderen Fällen ist sie vermutlich auf das verschiedene Verhalten der einzelnen Rassen und Schläge des Viehes zurückzuführen. So wird Deschampsia caespitosa, die Rasenschmiele, in den schleswig-holsteinischen Marschen mit ihren hochgezüchteten Shorthornkreuzungen im Einklange mit der allgemeinen Bewertung dieser Art geradezu als ein Unkraut angesehen, während die Geestleute eines grossen Teiles derselben Provinz mit ihren von Jugend auf an kärglicheres Futter gewöhnten

[1]) *Lolium perenne L.*, das englische Raygras, wird auf den Fettviehweiden der westholsteinischen Marschen keineswegs, wie sonst geschieht, durchaus als ein Gras ersten Ranges betrachtet, da es oft früher hart wird, als man unter den dortigen klimatischen und Bodenverhältnissen die Tiere auf die Weiden bringen kann. Aus demselben Grunde dürfte es für viele Moorweiden nur als ein Gras zweiten Ranges zu gelten haben. Ziemlich sicher ist dies der Fall für die Mähewiesen auf den Moorböden Norddeutschlands. Denn das englische Raygras beginnt hier gewöhnlich um Anfang Juni zu blühen und hat zur Zeit des ersten Schnittes, der bei uns in der Regel nach dem 20. Juni stattfindet, grossenteils strohige Halme und reife Früchte.

Milchviehschlägen demselben Grase eine gar nicht geringe Wertschätzung entgegenbringen. Etwas ähnliches dürfte auch von dem wolligen Honiggrase (Holcus lanatus *L.*) gelten.

Solche und ähnliche Fälle mögen zur Vorsicht mahnen, wenn man einem Urteile begegnet, das von dem bisher allgemein geltenden abweicht. Erst wenn durch eine sorgfältige und umsichtige, über ein weites Gebiet ausgedehnte Prüfung festgestellt ist, dass nicht besondere Verhältnisse die Abweichung begründen, ist es statthaft, einen Zweifel an der bisherigen allgemeinen Wertschätzung der betreffenden Pflanzenart auszusprechen.

V. Sicherung des Höchstertrages für die ersten Jahre nach der Aussaat. Accessorische Beimengungen.

Wenn wir nun die besprochenen Wiesengewächse in Mengen, die ihrem Werte und ihrem Auftreten in den verschiedenen Wiesentypen entsprechen, zu Saatmischungen zusammenstellen, so tritt eine wichtige Frage an uns heran, nämlich die: Wann dürfen wir auf einen Höchstertrag der mit diesen Mischungen angelegten Wiesen rechnen?

Durch die sorgfältigen und umsichtigen Untersuchungen, die von Stebler und seinen Mitarbeitern über die Mähe- und Weidewiesen der Schweiz ausgeführt sind, ist es bekannt geworden, dass sich die einzelnen Gewächse hinsichtlich der Zeit, die sie zu ihrer Entwickelung zu nutzbaren Individuen gebrauchen, in den Gemengen anders verhalten, als wenn man sie einzeln aussät.

So fand sich bei drei Wiesenanlagen,[1]) die mit Gemengen verschiedener Gräser und Schmetterlingsblüher angesät waren und die wir mit den römischen Ziffern I—III bezeichnen wollen, dass der höchste Ertrag erreicht wurde:

		bei Wiese I,	II,	III	
von	Alopecurus pratensis im	—	3.,	2.	Jahre nach der Aussaat.
„	Phleum pratense „	2.	1.	1.	„ „ „ „
„	Agrostis alba „	—	1.	1.	„ „ „ „
„	Avena elatior „	2.	—	—	„ „ „ „
„	Avena flavescens „	2.	3.	3.	„ „ „ „
„	Poa pratensis „	—	2.	—	„ „ „ „
„	Dactylis glomerata „	3.	—	—	„ „ „ „
„	Festuca rubra „	—	3.	1.	„ „ „ „
„	Festuca pratensis „	3.	1.	1.	„ „ „ „
„	Lotus corniculatus „	1.	—	—	„ „ „ „
„	Trifolium pratense „	3.	—	—	„ „ „ „
„	Trifolium hybridum „	—	1.	—	„ „ „ „
„	Trifolium repens „	—	1.	—	„ „ „ „

In anderen Fällen fanden dieselben Beobachter,[2]) dass der Hauptertrag erreicht wurde:

[1]) Stebler, Die Grassamenmischungen 1895, S. 188 f.

[2]) A. a. O., S. 184.

von	Phalaris arundinacea	im	2.	Jahre nach der Ansaat.
„	Alopecurus pratensis	„	3.	„ „ „ „
„	Phleum pratense	„	3.	„ „ „ „
„	Agrostis alba	„	4.	„ „ „ „
„	Avena elatior	„	2.	„ „ „ „
„	Avena flavescens	„	3.	„ „ „ „
„	Poa trivialis	„	1.	„ „ „ „
„	Poa pratensis	„	5.	„ „ „ „
„	Dactylis glomerata	„	3.	„ „ „ „
„	Cynosurus cristatus	„	3.	„ „ „ „
„	Festuca rubra	„	4.—5.	„ „ „ „
„	Festuca pratensis	„	2.	„ „ „ „
„	Lolium perenne	„	1.	„ „ „ „
„	Lolium italicum	„	1.	„ „ „ „
„	Medicago lupulina	„	1.	„ „ „ „
„	Trifolium pratense	„	2.	„ „ „ „
„	Trifolium hybridum	„	1.	„ „ „ „
„	Trifolium repens	„	1.	„ „ „ „

Meine eigenen, noch nicht abgeschlossenen Beobachtungen, die an einer Wiese auf nichtabgetragenem Hochmoorboden angestellt wurden, ergaben ebenfalls, dass einige der wichtigsten und wertvollsten Gräser in dem ersten Jahre einen sehr geringen, oft verschwindenden Ertrag bringen und sich erst in den folgenden Jahren stärker an der Zusammensetzung des Futters beteiligen.

Es scheint ferner aus dem Angeführten hervorzugehen, dass die Zusammensetzung (und Dichte?) der Saatmischung von Einfluss auf die Zeit ist, bis zu der sich die Individuen einer Art soweit entwickelt haben, dass sie den höchsten Ertrag liefern, und das Gleiche lässt sich von der Bodenbeschaffenheit und von der Düngung vermuten. Denn die Erscheinung ist offenbar auf die gegenseitige Beeinflussung der einzelnen Arten (und Individuen?) zurückzuführen, die auf einem beschränkten Flächenraume ausgesät sind, und diese Beeinflussung muss verschieden ausfallen, je nachdem die Bodenbeschaffenheit oder die Düngung selber bald diese, bald jene Arten in der Entwickelung fördert oder hemmt.

Hier harrt noch ein weites und wichtiges Gebiet der Bearbeitung, insbesondere für die norddeutschen Wiesen. Wir sind bisher ganz ausser stande, auch nur mit annähernder Sicherheit die Frage zu beantworten: Wie sind innerhalb des Bereiches der einzelnen Wiesentypen die Saatmischungen einzurichten, so dass gleich im Jahre nach der Aussaat bei angemessener Düngung und rationeller Pflege der Wiesen ein möglichst hoher Ertrag gewährleistet wird?

Indessen bietet sich doch ein Ausweg aus dieser Verlegenheit. Wir wissen nämlich, dass das englische und das italienische Raygras (Lolium perenne *L.* und L. italicum *A. Br.*), jenes ein Untergras, dieses ein Ober-

gras, und beide im allgemeinen Futtergräser ersten Ranges,[1]) auf allen unseren Wiesen, soviel wir wissen, immer ein Jahr nach der Aussaat ihren höchsten Ertrag erreichen. Auch das Timotheegras liefert dann schon in der Regel einen recht ansehnlichen und, wie es scheint, in den folgenden Jahren nicht immer wieder erreichten Ertrag. Das englische Raygras hält sich bei guter Düngung meist 2 Jahre hindurch recht gut auf unbesandeten Moorwiesen, dagegen vermindert sich das italienische gewöhnlich schon im zweiten Jahre so stark, dass es darnach praktisch kaum noch in Betracht kommt. Zur Ergänzung des dadurch entstehenden Ausfalls kann aber der Glatthafer dienen, der auf unseren Moorwiesen schon im zweiten Jahre Blütenhalme treibt, und das Knaulgras, das erst im dritten Jahre den höchsten Ertrag erreicht, ermöglicht dasselbe für den Fall, dass auch in diesem Jahre die für den Standort geeigneten Dauergewächse noch nicht genügend entwickelt sein sollten, während die Raygräser nebst dem Timotheegrase selbst dann schon wieder zurückgegangen sind.

Englisches und italienisches Raygras, Timotheegras, Glatthafer und Knaulgras können also dazu dienen, in den zwei oder drei ersten Jahren die Rentabilität der neu angelegten Grasflur zu sichern, und zwar unter Verhältnissen, wo auch die letzten drei Arten schliesslich wieder durch andere verdrängt werden, also nicht als typische Bestandteile des Dauerbestandes angesehen werden können.

Doch darf man dabei nicht aus dem Auge lassen, dass eine Einstellung von mehr als 3 % des italienischen Raygrases[2]) und 12 % des Timotheegrases nicht rätlich ist, weil sonst durch diese Gräser die anderen Gewächse des Dauerbestandes leicht völlig unterdrückt werden und dann die Ausgaben für deren Saat zum mehr oder minder grossen Teile verloren wären. Dass auch das Knaulgras unter Umständen unterdrückend wirkt, wurde bereits bei seiner Besprechung bemerkt.

Noch bedenklicher ist es Rot- und Bastardklee, die schon im Jahre nach der Aussaat hohe Erträge liefern, zu dem in Rede stehenden Zwecke in allzu grosser Menge einzustellen, zumal wenn die Verhältnisse eine üppige Entwickelung dieser beiden Gewächse erwarten lassen.[3])

[1]) Wegen *Lolium perenne* vergleiche man jedoch die Fussnote auf Seite 487. — *Lolium italicum A. Br.* ist überhaupt keine in Norddeutschland heimische Pflanze, obwohl sie infolge des häufigen Anbaues leicht verschleppt wird. In solchem Falle aber verschwindet sie bald wieder unter dem Einflusse der ihr unzuträglichen norddeutschen Winter und der ihr feindlichen einheimischen Vegetation.

[2]) Stebler und Schröter (Die besten Futterpflanzen I, S. 60) haben gefunden, dass höchstens 5 % des italienischen Raygrases bei Wechselwiesen eingestellt werden dürfen, und wollen es von der Ansaat auf Dauerwiesen sogar ganz ausschliessen.

[3]) Auch die Erwartung einer Anreicherung des Bodens mit Stickstoff durch die kleeartigen Gewächse darf nicht dazu verleiten, sie in allzu grosser Menge einzustellen. Man dürfte in einem Falle, wo eine solche Anreicherung erwünscht ist, besser thun, die betreffende Fläche vor der Anlegung der Dauerwiese mit Kleegras zu bestellen. Ob man statt einer Halmfrucht, z. B. Hafer, mit entsprechender nachhaltiger Stickstoffdüngung lieber eine das Feld rechtzeitig räumende und hinreichend weit gesäte einjährige Schmetterlingsblütige, wie Serradella, Inkarnatklee oder Lupine, als Überfrucht wählen soll, wird lediglich eine Sache der Gewinnberechnung sein.

Leider liegen noch zu wenige, jedenfalls keine systematisch gewonnenen Erfahrungen darüber vor, wie weit man im einzelnen Falle mit der Einstellung derartiger vorübergehend auf den Ertrag wirkender Gewächse in die Saatmischungen gehen darf, um den grössten Nutzen für die ersten Jahre mit der Herstellung eines guten Dauerbestandes für die folgenden Jahre zu verbinden, ohne Rückschläge im Ertrage bei ununterbrochener Pflege und ausreichender angemessener Düngung befürchten zu müssen.

Man möge daher die von mir befolgte Einstellung nur als einen Versuch betrachten. Erst die praktische Ausführung kann lehren, wie weit er richtig ist und in welcher Art für die Zukunft Änderungen zu treffen sind.

Es ist hier der Ort noch eines accessorischen Bestandteiles zu gedenken, den ich den Saatmischungen für die Wiesen beigefügt habe und der sich ebensowenig wie die beiden Loliumarten von selbst auf Moorwiesen einfindet. Das ist der *Kümmel* (Carum Carvi *L.*). Diese Pflanze enthält bekanntlich ein ätherisches Öl, das blähungswidrig und auf die Verdauung anregend wirkt. Nach den Erfahrungen der Praktiker macht eine geringe Beimengung von Kümmel den Tieren das Futter von Moorwiesen schmackhafter und bekömmlicher. Auf Weiden ist der Kümmel allerdings ungern gesehen, da er da nicht mehr von den Tieren angerührt wird, sobald er die Früchte anzusetzen begonnen hat. Er bekommt dadurch Gelegenheit, sich in unerwünschter Weise auszubreiten. Wenn diese Gefahr auch mehr für Weiden mit thonigem Boden besteht, so ist sie doch auch bei gut gedüngten Moorwiesen, wie gelegentliche Wahrnehmungen lehren, vorhanden. Auf den Mähewiesen der Moore sind zur Zeit des ersten Schnittes bei uns gewöhnlich nur so wenige Früchtchen reif, dass dadurch die Pflanze, die bekanntlich im zweiten Lebensjahre nach der Fruchtreife abstirbt, eben in mässiger Menge auf der Wiese erhalten bleibt.

VI. Zur Frage nach der Vereinfachung der Saatmischungen.

Es bleibt noch eine Frage zu erörtern, über die mehr ungenügend begründete Meinungen geäussert sind, als dass man versucht hätte, sie durch sachgemässe Versuche methodisch zu lösen, nämlich die, ob es rätlicher sei, viele Arten in die Saatmischungen einzustellen oder ob einige wenige genügen.

Im allgemeinen scheint man mit den früher üblich gewesenen, aus wenigen Arten zusammengesetzten Mischungen nicht eben erfreuliche Ergebnisse bei der Anlegung dauernder Nutzgrasflächen erzielt zu haben. Stebler, dem man gewiss ein treffendes Urteil zutrauen kann, stellte in eine für Dauerwiesen auf Moorboden bestimmte Saatmischung[1]) 12 Arten ein, nämlich 10% Bastardklee, 20% Sumpfschotenklee, 10% Timothee, 5% Knaulgras, 5% Wiesenschwingel, 5% Rohrschwingel, 5% Goldhafer, 5% Wiesenfuchsschwanz, 10% Wiesenrispengras, 10% Fioringras, 5%

[1]) Die Grassamen-Mischungen 1895, S. 130.

wolliges Honiggras und 10 % Rotschwingel. — Würde man unserer soeben dargelegten Ansicht gemäss für die Nutzung der ersten Jahre bei norddeutschen Wiesen noch englisches, italienisches und französisches Raygras nebst Kümmel einstellen, so würden sich 16 Arten ergeben.

SAMSÖE LUND empfahl für die Dauerwiesen Dänemarks drei Mischungen mit je 12, 16 und 18 Arten.[1]) BURGTORF[2]) stellte für eine Wiese auf abgetragenem Moorboden eine aus 20 Arten zusammengesetzte Mischung auf. LEHRKE[3]) vereinigte in seinen Saatmischungen 13—19 Arten. WITTMACK[4]) liess zur Herstellung von Dauerwiesen auf den besandeten Moordämmen der königlichen Oberförsterei Zehdenick Saatmischungen aussäen, die in dem einen Falle 19, in dem andern 20 Arten enthielten.

Die von Praktikern empfohlenen Saatmischungen, die mir zu Gesicht gekommen sind, enthalten 7—20 oft recht willkürlich zusammengewürfelte Arten, meist mehr als 12.[5])

Für nassen Boden ist die Auswahl von dort gedeihenden empfehlenswerten Wiesengewächsen, deren Samen im Handel zu haben sind, weit geringer, und demgemäss wird eine Saatmischung für solchen naturgemäss einfacher ausfallen, als für einen trocknern Boden.

Vielfach wird angenommen und wohl nicht ganz ohne Grund, dass ein mannigfaltiger zusammengesetztes Futter den Tieren besser munde, als einförmige Kost. Indessen lässt sich darüber, wie weit die Mannigfaltigkeit zu diesem Zwecke gehen müsse, bislang nichts Gewisses sagen.

Wenn man aber die Menge von Pflanzenarten sieht, die sich gewöhnlich auf einem einzigen Quadratmeter einer ältern Dauerwiese zusammendrängen, so möchte man wohl zu der Ansicht neigen, dass es zweckmässiger sei, hier die Natur von vornherein so zu kopieren, wie es für die Erzeugung eines guten Bestandes erwünscht ist, es nicht ihr ganz allein zu überlassen, erst das Gleichgewicht im Laufe der Zeit herzustellen, und dabei Zufälligkeiten mit in den Kauf nehmen zu müssen, durch die der Bestand ungünstiger ausfällt, als man nach Massgabe der Verhältnisse erwarten durfte.

Ein Dauerbestand, der früher und später im Jahre sich entwickelnde Gewächse enthält, solche, die flacher wurzeln, neben solchen, die ihre Wurzeln tiefer ausbreiten, solche, die etwas mehr Trockenheit, neben solchen, die etwas mehr Nässe ertragen, dürfte wohl leichter geeignet sein, auch unter der verschiedenartigen Witterung der einzelnen Jahre sicherere Erträge zu bringen, indem bald mehr diese, bald mehr jene Gewächse begünstigt werden, so dass, wenn die einen versagen sollten, doch die anderen den Ertrag retten. Gleichen Nutzen dürfte ein entsprechendes Gemenge

1) Grässer i blomsterlös Tilstand 1882, S. 76.

2) Wiesen- und Weidenbau 1885, S. 128. Eigentlich stellt er 21 Arten zusammen; doch ist der von ihm angeführte Lotus villosus der Samenhändler mit dem ebenfalls angeführten Lotus uliginosus *Schk.* identisch.

3) Mischung und Ansaat der Grassämereien. Breslau 1888.

4) Die Wiesen auf den Moordämmen der königl. Oberförsterei Zehdenik. Landw. Jahrbücher 1891, S. 983, und 1892, S. 604.

5) Die für Rieselwiesen vorgeschlagenen Saatmischungen lasse ich ausser Betracht.

gegenüber der in Norddeutschland allzu oft durch die Witterungsverhältnisse bedingten Verspätung der Ernte geben. Je einfacher ein Bestand zusammengesetzt ist, um so leichter erliegt er auch wahrscheinlich tierischen und pflanzlichen Schädlingen.

Je enger der Bezirk ist, für den man eine Saatmischung zur Anlage dauernd nutzbarer Grasfluren aufzustellen hat, je gleichartiger die klimatischen Verhältnisse samt denen des Bodens und der Feuchtigkeit sind, je genauer man weiss, welche Gewächse für die besonderen Verhältnisse des Bezirks am geeignetsten sind und erfahrungsgemäss am besten ausdauern, je eingehender man in einem bestimmten Falle über die wirtschaftlichen Verhältnisse und Bedürfnisse unterrichtet ist, um so leichter wird man sich entschliessen können, dieses oder jenes Gewächs aus der aufzustellenden Mischung fortzulassen und diese infolgedessen einfacher und specieller zu gestalten.

Überhaupt wird dies bis zu einer gewissen Grenze immer möglich sein für eine Wiese, die man genau kennt. Nur wird man sich vor der Annahme hüten müssen, dass solche, für einen gewissen Bezirk oder einen bestimmten Fall geeignete Saatmischungen sich überall gleich gut bewähren werden. Namentlich gilt das auch für Saatmischungen, die man zur Anlage von Rieselwiesen empfohlen hat; denn die Voraussetzungen, die für solche Wiesen gelten, treffen in den wenigsten Fällen für nicht regelmässig berieselte zu, besonders nicht auf den Moorböden.

Je grösser das Gebiet und je verschiedenartiger es ist, je weniger sicher man über die in Betracht kommenden Verhältnisse unterrichtet ist, um so besser wird man thun, die Saatmischung nicht für allzu besondere Verhältnisse einzurichten, die möglichenfalls nicht zutreffen. So ist es, um nur ein Beispiel zu nennen, bei der Einrichtung von Wiesen auf nichtabgetragenen Hochmoorböden oft schwer zu entscheiden, ob die Feuchtigkeitsverhältnisse das Gedeihen des Sumpf-Schotenklees oder des gehörnten Schotenklees begünstigen werden. Das Einstellen nur einer dieser Arten führt möglichenfalls zu einem Misserfolge. Es ist in solchem Falle rätlicher, beide Arten einzustellen; denn wenn die eine nicht gedeiht, so wird es die andere thun.

Auch bei Niederungsmooren und abgetragenen Hochmoorböden ist man nie sicher, ob die einem mitgeteilten Angaben oder Voraussetzungen über die Feuchtigkeitsverhältnisse genau zutreffen, und ob man demgemäss den der Saatmischung zu Grunde zu legenden Wiesentypus richtig wählen wird. Oft genug ist auch der Boden der zu schaffenden Wiese ungleichartig, oder es treten im Laufe der Zeit ungleichmässige Setzungen des Bodens ein, die verschiedenartige Feuchtigkeitsverhältnisse zur Folge haben. Liefert doch selbst bei solchen alten, zu verbessernden Wiesen, deren Grundwasserstand durch die Melioration nicht verändert werden soll oder kann, die Untersuchung der gegenwärtigen Vegetation erst den sichern Anhalt zur Beurteilung der Feuchtigkeit und des ihr entsprechenden Normaltypus, wie bereits angedeutet wurde. Es ist deshalb rätlich, wenn solche Unter-

suchung nicht vorliegt, oder wegen der durch die Melioration bewirkten Wasserstandsänderung zwecklos ist, zwei benachbarte Wiesentypen zugleich bei der aufzustellenden Saatmischung zu berücksichtigen.

Nötigt mithin die Unsicherheit in der Kenntnis wichtiger Grundbedingungen dazu, den Saatmischungen mehr Arten einzuverleiben, als unter gegenteiligen Verhältnissen erforderlich wäre, so darf man aber nicht ausser acht lassen, dass die prozentischen Aussaatmengen für die einzelnen Arten um so kleiner ausfallen, je mehr in einer Liste vorhanden sind. Es tritt dadurch die Gefahr ein, dass schwächer eingestellte Arten überhaupt nicht zur Geltung zu kommen vermögen, und um das zu verhüten, muss man die Dichte der ganzen Saat erhöhen, wodurch sie sich natürlich entsprechend verteuert.

Wer daher in den erwähnten oder in anderen Fällen, die aus der Ferne, ohne dass man die betreffenden Flächen selber gesehen hat, sehr schwer richtig beurteilt werden können, glaubt, eine sichere Entscheidung treffen zu dürfen, mag darnach die Saatmischung abändern oder vereinfachen. Doch sollte man beim Weglassen oder dem Herabsetzen einer Art immer dafür sorgen, dass eine andere entsprechend erhöht werde, um nicht die Dichtigkeit der Saat unnötig zu ändern.[1])

Auch sonst können die Umstände die Änderung einer der aufgestellten Saatmischungen geboten erscheinen lassen. Ist z. B. der Bullenklee nicht echt zu haben, so lasse man ihn entweder ganz fort oder nehme statt dessen eine geringere Menge des Ackerrotklees. Auf Weiden, die für Pferde bestimmt sind, lässt man den Bastardklee am besten ganz ausfallen. Auf derartigen Weiden wird man auch gut thun, eine kleine Menge Kümmel mit auszustreuen. Es lässt sich nichts dagegen einwenden, wenn jemand es für richtig hält, auf Weiden das Knaulgras auch in dem Falle fortzulassen, wo ich es eingestellt habe. Auch wird man bei der Anlage von Wiesen auf solchen Hochmooren, auf denen ohnehin schon das wollige Honiggras in Menge gedeiht, dieses Gras in den Saatmischungen vielleicht durch ein anderes in entsprechender Menge ersetzen. Wo besondere Verhältnisse die Einrichtung früher Weiden verlangen, wird man andererseits je nach den physikalischen Verhältnissen den Wiesenfuchsschwanz oder das französische Raigras oder beide Arten gleichzeitig in *die* Mischungen einstellen, aus denen ich sie fortgelassen habe. Weiterhin sollte man *immer*, wenn der Gebrauchswert der zu kaufenden Samen allzu stark von dem bei der Aufstellung der Saatmischung vorausgesetzten abweicht, darnach die Saatmenge abändern. Endlich wird man auch starke Veränderungen im Preise der einzelnen Sämereien durch entsprechende Änderungen der Saatmischungen bis zu einem gewissen Masse auszugleichen trachten.

VII. Bedingungen, unter denen die Saatmischungen Geltung haben.

Die in dem Schlusskapitel aufzuführenden Saatmischungen sind auf Grund der in den vorstehenden Kapiteln dargelegten Erwägungen entworfen.

[1]) Man lasse dabei aber nicht das über das Timotheegras, das italienische Raygras und die Kleearten vorhin Gesagte aus dem Auge.

Dass sie nur als vorläufig zu gelten haben, kann nach dem gegenwärtigen Stande unserer Kenntnis nicht anders erwartet werden; ich bin überzeugt, dass sie sich in dem Masse als verbesserungsbedürftig erweisen werden, als die von mir gestreiften Fragen durch die Wissenschaft und die Praxis werden beantwortet werden. Ich erwarte, dass jemand, der diese Mischungen benutzen will, besonders gemäss dem im vorigen Kapitel Ausgeführten erwägt, ob und wie weit er sie für seine besonderen Verhältnisse abzuändern habe. Aber ich hoffe doch, dass sie auch für jemand, der nicht über die dazu erforderliche Kenntnis der Wiesenvegetation verfügt, in der Regel ohne weiteres verwendbar sein werden, wenn er sich nur an die hier noch anzudeutenden Geltungsbedingungen halten will, und wenn er Saatgut von normalem Gebrauchswerte verwendet.

Die Mischungen sind für die Moorwiesen des ganzen norddeutschen Tieflandes bestimmt. Drei davon sind für Niederungsmoore im Küstenklima, drei weitere für solche Moore berechnet, die im Binnenlandsklima liegen. Die grösseren für die Kultivierung in Frage kommenden Hochmoore liegen sämtlich im Küstenklima. Für sie sind 4 Mischungen entworfen, deren eine nur für die über Marschklei lagernden Hoochmoore der Nordseeküste gilt, die zum Zwecke der Kultivierung, gewöhnlich nach dem Abtragen, 10—20 *cm* hoch mit Kleiboden überdeckt werden.

Als Grenze zwischen den beiden klimatischen Regionen kann im allgemeinen und bis auf weiteres eine Linie gelten, die über die Orte Tilsit, Pr. Friedland, Danzig, Anklam, Schwerin, Rathenow, Braunschweig, Hannover und Köln gezogen ist. Die Grenze kann natürlich nicht scharf sein. Das dadurch abgegrenzte Küstengebiet ist durch das Vorkommen gewisser wilder Pflanzenarten gekennzeichnet, wie der Dobheide (Erica Tetralix *L.*), dem Sumpfgagel (Myrica Gale *L.*) und dem Hülsenbusche (Ilex Aquifolium *L.*), von letzterm wenigstens zum Teil.

Da mehrere dieser Pflanzen auch in der Niederlausitz wiederkehren, so dürfte diese mit Rücksicht auf die Auswahl der Saatmischungen dem Küstengebiete gleichzustellen sein.

Dieses Gebiet ist im allgemeinen durch höhere Luftfeuchtigkeit ausgezeichnet, die sich durch häufigere und stärkere Taubildung, häufigere Nebel und grössere Regenhäufigkeit, meist auch durch grössere Regenhöhe gegenüber dem grössten Teile des Binnenlandes kundgiebt.

Örtliche Verhältnisse ändern diese Voraussetzungen aber oft wesentlich ab, so dass es mir rätlich schien, auch in dieser Hinsicht den Saatmischungen einen gewissen Spielraum zu gewähren. Man braucht sich demgemäss in zweifelhaften Fällen nicht allzu ängstlich an die angedeuteten Grenzen des Geltungsbereiches zu halten.

Wir haben hierbei schon angedeutet, dass Hochmoor und Niederungsmoor auseinander gehalten werden müssen. Denn wenn auch beide Arten von Böden viele Übereinstimmung in ihrem allgemein physikalischen Verhalten gegen die Wiesenvegetation zeigen, sind doch allermindestens stark

graduelle Unterschiede vorhanden, die es geboten erscheinen lassen, für jede Bodenart gesonderte Mischungen aufzustellen.

Diese Unterschiede kommen für uns allerdings nicht in Betracht, soweit sie den natürlichen Gehalt des Bodens an aufnehmbaren Pflanzennährstoffen angehen. Denn wir setzen voraus, dass sie durch entsprechend eingerichtete, reichlich bemessene und regelmässige Düngung auf beiden Bodenarten nach Möglichkeit ausgeglichen sind. Es mag betont werden, dass jemand, der sich zur vollständigen Erfüllung dieser Voraussetzung nicht entschliessen kann oder will, auch von der Benutzung der vorgeschlagenen Saatmischungen keinen Erfolg zu erwarten hat.

Sobald durch derartige Düngungen dafür gesorgt ist, dass der Gehalt an mineralischen Nährstoffen und an Stickstoff in den Moorböden unter den Bedingungen, von denen das Bestehen einer guten, nutzbaren Grasflur abhängt, nicht mehr ein Minimum (im Sinne des Liebig'schen Satzes) darstellt, so hängt der allgemeine Typus, den die Wiese von Natur endlich annimmt, wesentlich nur noch von der Feuchtigkeit des Bodens ab. Diese findet im allgemeinen ihren Ausdruck in dem Stande des Grundwassers. Sie wird aber durch das Vorhandensein einer Decke mineralischen Bodens insofern geändert, als unter einer solchen der Moorboden immer feuchter ist, als ohne sie unter sonst gleichen Umständen.

Indem diesen Verhältnissen bei der Aufstellung der einzelnen Saatmischungen Rechnung getragen wurde, sind dem Praktiker weitere Anhaltspunkte für die richtige Wahl der in einem bestimmten Falle anzuwendenden Mischung gegeben. Es wurden jedoch nur solche Wasserstandsverhältnisse berücksichtigt, die am häufigsten auf den Kulturwiesen unseres Gebietes vorkommen, nämlich für besandetes Niederungsmoor ein mittlerer sommerlicher Grundwasserstand von 60—80 *cm*, für unbesandetes ein solcher von 40—50 *cm* und von 30 *cm* unter der Wiesenoberfläche. Gemäss den Grundsätzen, die im vorigen Kapitel dargelegt sind, wurden die Mischungen so eingerichtet, dass sie nicht allzu streng an diese Wasserstände gebunden sind.

Hinsichtlich der Hochmoorböden fehlen noch Untersuchungen über die geeignete Wasserhaltung bei Wiesenanlagen. Erwägt man aber, dass nach den Ergebnissen der Moor-Versuchs-Station eine Wasserhaltung von 50—75 *cm* unter der Bodenfläche am günstigsten für Ackerkulturen auf diesen Böden ist, und dass, wie allgemein bekannt ist, die Gewächse der Futterwiesen eine grössere Feuchtigkeit des Bodens als Ackergewächse beanspruchen, so ergiebt sich meines Erachtens schon aus dieser einen Thatsache, dass das Grundwasser auf Hochmooren im Sommer mindestens bei 50 *cm* unter der Bodenfläche gehalten werden muss, wenn man eine einigermassen befriedigende Grasflur schaffen will. Für gute Dauerwiesen, die einer Mischung unseres zweiten und dritten Typus angehören, muss aber das Grundwasser wesentlich höher gehalten werden, meiner Schätzung nach auf etwa 35 *cm*. In der Regel trifft diese Haltung auch für Wiesen auf altem abgetragenem Hochmoorboden ohne Mineralbodendecke zu. Wenn letztere vorhanden ist, dürfte der Wasserstand aber nicht so hoch zu sein brauchen.

Zum Schlusse bemerke ich noch, dass alle hier mitgeteilten Saatmischungen infolge von Aufforderungen zusammengestellt wurden, die an mich während der letzten Jahre ergingen, ohne dass ich die Gelegenheit hatte, im einzelnen Falle ein Urteil darüber zu gewinnen, ob es rationeller wäre, an Stelle von Dauerwiesen Wechselwiesen einzurichten, ob es ratsam oder rentabel wäre, auf weichen und nassen Moorböden ohne Sand- oder Kleidecke, oder entsprechende Mischung, Weiden für schweres Vieh einzurichten u. dgl. m. Ich möchte durch die Veröffentlichung der betreffenden Saatmischungen nicht den Anschein erwecken, als ob ich der Ansicht wäre, dass beides unter allen Umständen für norddeutsche Verhältnisse zuträfe.

Die Fragen nach der geeigneten Vorfrucht, der Vorbereitung des Landes, der Unterbringung der Saat, der Deckfrucht, der Pflege der Wiesen u. dergl. m. zu erörtern, lag ausserhalb des Planes meiner Darlegung, obwohl sie auf die künftige Beschaffenheit der zu schaffenden Grasflur innerhalb des ihr von Natur zukommenden Typus von Einfluss sind oder sein werden. Ohnehin ist kaum ein Anfang damit gemacht, mehrere dieser Fragen bei uns in befriedigender Weise zu lösen.

VII. Die Saatmischungen.

In die einzelnen Saatmischungen wurden die für den Dauerbestand bestimmten Arten ungefähr in solchen Mengen eingestellt, wie sie nach meiner Schätzung auf den besten Wiesen unserer Normaltypen in verschiedenen Teilen Niederdeutschlands auftreten; doch habe ich den Durchschnittspreisen der letzten Jahre einen modifizierenden Einfluss eingeräumt, indem ich teurere Samen minder stark einstellte, als jener Absicht entsprach.

Allen Mischungen liegen die Reinsaatmengen zu Grunde, die von Stebler und Schröter in ihren „Besten Futterpflanzen“ Band I S. 33 für den mittlern Gebrauchswert der einzelnen Sämereien zusammengestellt und bei der Besprechung der einzelnen Wiesengewächse im Vorhergehenden von mir angeführt sind.

Die Saatdichte ist immer stärker gewählt, als der einfachen Reinsaat entspricht. Für die Begründung der Notwendigkeit dieses Verfahrens sei auf dieselben Autoren verwiesen. Man vergleiche auch Seite 494 oben.

Die bei jeder Saatmischung angegebene Saatdichte ist demgemäss der Koefficient, mit dem die Reinsaatmengen aller in einer Mischung vorkommender Arten (bei mittlerm Gebrauchswerte) vervielfältigt wurden, bevor ich sie zur Berechnung der prozentischen Saatmengen verwendete.

Die berechneten Gewichtsmengen wurden innerhalb jeder Liste so abgerundet, dass ihre Summe ganze oder halbe Kilogramme ergab.

Die angegebenen Mengen gelten für die Fläche von einem Hektar.

I. Für besandetes Niederungsmoor im Binnenlandsklima.
Mittlerer Grundwasserstand während des Sommers 60—80 *cm* unter der Wiesenfläche. — Saatdichte 1,5.

	a) Wiese		b) Weide	
	%	*kg*	%	*kg*
1. Ruchgras (Anthoxanthum odoratum)	0,5	0,2	0,5	0,2
2. Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis)	6,0	2,2	—	—
3. Timotheegras (Phleum pratense)	12,0	3,5	10,0	2,8
4. Fioringras (Agrostis alba)	5,0	1,3	12,0	3,0
5. Französisches Raygras (Arrhenatherum elatius)	5,0	6,1	—	—
6. Wiesen-Rispengras (Poa pratensis)	18,0	6,2	24,0	8,3
7. Knaulgras (Dactylis glomerata)	5,0	3,0	—	—
8. Wiesenschwingel (Festuca pratensis)	15,5	11,1	13,5	10,0
9. Englisches Raygras (Lolium perenne)	5,0	3,7	10,0	7,5
10. Italienisches Raygras (Lolium italicum)	2,0	1,4	2,0	1,4
11. Sumpf-Schotenklee (Lotus uliginosus)	8,0	1,7	3,0	0,6
12. Hopfen-Luzerne (Medicago lupulina)	—	—	5,0	1,4
13. Bullenklee (Trifolium pratense perenne)	5,0	1,7	5,0	1,7
14. Bastardklee (Trifolium hybridum)	5,0	1,0	5,0	1,0
15. Weissklee (Trifolium repens)	8,0	1,7	10,0	2,1
16. Kümmel (Carum Carvi)	—	0,2	—	—
	—	45,0	—	40,0

II. Für besandetes Niederungsmoor im Küstenklima.
Mittlerer Grundwasserstand während des Sommers 60—80 *cm* unter der Wiesenfläche. — Saatdichte 1,5.

	a) Wiese		b) Weide	
	%	*kg*	%	*kg*
1. Ruchgras (Anthoxanthum odoratum)	0,5	0,2	0,5	0,2
2. Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis)	5,0	2,0	—	—
3. Timotheegras (Phleum pratense)	12,0	3,4	10,0	3,0
4. Fioringras (Agrostis alba)	10,0	2,5	15,0	3,8
5. Französisches Raygras (Arrhenatherum elatius)	5,0	6,0	—	—
6. Gemeines Rispengras (Poa trivialis)	4,0	1,4	4,0	1,4
7. Wiesen-Rispengras (Poa pratensis)	10,0	3,5	15,0	5,2
8. Knaulgras (Dactylis glomerata)	5,0	3,0	—	—
9. Kammgras (Cynosurus cristatus)	—	—	2,0	0,8
10. Rotschwingel (Festuca rubra)	—	—	3,0	1,6
11. Wiesenschwingel (Festuca pratensis)	15,5	11,0	13,5	10,1
12. Englisches Raygras (Lolium perenne)	5,0	3,7	7,0	5,2
13. Italienisches Raygras (Lolium italicum)	2,0	1,5	2,0	1,4
14. Sumpf-Schotenklee (Lotus uliginosus)	8,0	1,7	3,0	0,6
15. Hopfen-Luzerne (Medicago lupulina)	—	—	5,0	1,9
16. Bullenklee (Trifolium pratense perenne)	5,0	1,7	5,0	1,7
17. Bastardklee (Trifolium hybridum)	5,0	1,0	5,0	1,0
18. Weissklee (Trifolium repens)	8,0	1,7	10,0	2,1
19. Kümmel (Carum Carvi)	—	0,2	—	—
	—	44,5	—	39,0

III. Für nicht besandetes Niederungsmoor im Binnenlandsklima. Mittlerer Grundwasserstand während des Sommers 40—50 *cm* unter der Wiesenfläche. — Saatdichte 1,5.

	a) Wiese		b) Weide	
	%	*kg*	%	*kg*
1. Rohrglanzgras (Phalaris arundinacea)	5,0	1,9	—	—
2. Ruchgras (Anthoxanthum odoratum)	0,5	0,2	0,5	0,2
3. Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis)	6,0	2,3	—	—
4. Timotheegras (Phleum pratense	12,0	3,4	10,0	3,0
5. Fioringras (Agrostis alba)	11,0	2,8	15,0	3,7
6. Gemeines Rispengras (Poa trivialis)	4,0	1,4	4,0	1,4
7. Wiesen-Rispengras (Poa pratensis)	15,0	4,8	20,0	6,9
8. Wiesenschwingel (Festuca pratensis)	15,5	11,0	14,5	10,0
9. Englisches Raygras (Lolium perenne)	3,0	2,3	3,0	2,3
10. Italienisches Raygras (Lolium italicum)	2,0	1,5	2,0	1,5
11. Sumpf-Hornklee (Lotus uliginosus)	6,0	1,3	3,0	0,6
12. Hopfen-Luzerne (Medicago lupulina)	—	—	3,0	1,1
13. Bullenklee (Trifolium pratense perenne)	5,0	1,7	5,0	1,7
14. Bastardklee (Trifolium hybridum)	7,0	1,5	5,0	1,0
15. Weissklee (Trifolium repens)	8,0	1,7	10,0	2,1
16. Kümmel (Carum Carvi)	—	0,2	—	—
	—	38,0	—	35,5

IV. Für nicht besandetes Niederungsmoor im Küstenklima. Mittlerer Grundwasserstand während des Sommers 40—50 *cm* unter der Wiesenfläche. — Saatdichte 1,5.

1. Rohrglanzgras (Phalaris arundinacea)	6,0	2,2	—	—
2. Ruchgras (Anthoxanthum odoratum)	0,5	0,2	0,5	0,2
3. Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis)	6,0	2,3	—	—
4. Timotheegras (Phleum pratense)	12,0	3,5	12,0	3,4
5. Fioringras (Agrostis alba)	12,0	3,2	18,0	4,6
6. Gemeines Rispengras (Poa trivialis)	5,0	1,4	5,0	1,4
7. Wiesen-Rispengras (Poa pratensis)	10,0	3,5	16,0	5,5
8. Wiesenschwingel (Festuca pratensis)	15,5	11,0	15,5	11,0
9. Englisches Raygras (Lolium perenne)	3,0	2,4	5,0	3,8
10. Italienisches Raygras (Lolium italicum)	2,0	1,5	2,0	1,5
11. Sumpf-Schotenklee (Lotus uliginosus)	8,0	1,7	3,0	0,6
12. Hopfen-Luzerne (Medicago lupulina)	—	—	3,0	1,1
13. Bullenklee (Trifolium pratense perenne)	5,0	1,7	5,0	1,7
14. Bastardklee (Trifolium hybridum)	7,0	1,5	5,0	1,1
15. Weissklee (Trifolium repens)	8,0	1,7	10,0	2,1
16. Kümmel (Carum Carvi)	—	0,2	—	—
	—	38,0	—	38,0

V. Für nicht besandetes Niederungsmoor im Binnenlandsklima.

Mittlerer Grundwasserstand während des Sommers 30 *cm* unter der Wiesenfläche. — Saatdichte 1,5.

	a) Wiese		b) Weide	
	%	*kg*	%	*kg*
1. Rohrglanzgras (Phalaris arundinacea)	10,0	3,7	6,0	2,3
2. Ruchgras (Anthoxanthum odoratum)	0,5	0,2	0,5	0,2
3. Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis)	5,0	2,0	5,0	2,0
4. Timotheegras (Phleum pratense)	10,0	3,0	10,0	3,0
5. Fioringras (Agrostis alba)	20,0	5,1	26,0	6,6
6. Gemeines Rispengras (Poa trivialis)	4,0	1,4	4,0	1,4
7. Flutendes Mannagras (Glyceria fluitans)	5,0	3,5	5,0	3,5
8. Wiesenschwingel (Festuca pratensis)	17,5	12,3	18,0	12,7
9. Englisches Raygras (Lolium perenne)	5,0	3,8	5,0	3,8
10. Sumpf-Schotenklee (Lotus uliginosus)	10,0	2,0	2,5	0,5
11. Bullenklee (Trifolium pratense perenne)	3,0	1,0	3,0	1,0
12. Bastardklee (Trifolium hybridum)	5,0	1,0	5,0	1,0
13. Weissklee (Trifolium repens)	5,0	1,0	10,0	2,0
	—	40,0	—	40,0

VI. Für unbesandetes Niederungsmoor im Küstenklima.

Mittlerer Grundwasserstand während des Sommers 30 *cm* unter der Wiesenfläche. — Saatdichte 1,5.

1. Rohrglanzgras (Phalaris arundinacea)	8,0	3,0	4,0	1,5
2. Ruchgras (Anthoxanthum odoratum)	0,5	0,2	0,5	0,2
3. Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis)	5,0	1,9	5,0	1,9
4. Timotheegras (Phleum pratense)	10,0	2,8	10,0	2,8
5. Fioringras (Agrostis alba)	20,0	5,1	26,0	6,6
6. Gemeines Rispengras (Poa trivialis)	4,0	1,4	4,0	1,4
7. Flutendes Mannagras (Glyceria fluitans)	6,0	3,5	5,0	3,4
8. Wiesenschwingel (Festuca pratensis)	19,0	13,4	20,0	14,0
9. Englisches Raygras (Lolium perenne)	5,0	3,7	5,0	3,7
10. Sumpf-Schotenklee (Lotus uliginosus)	9,5	2,0	2,5	0,5
11. Bullenklee (Trifolium pratense perenne)	3,0	1,0	3,0	1,0
12. Bastardklee (Trifolium hybridum)	5,0	1,0	5,0	1,0
13. Weissklee (Trifolium repens)	5,0	1,0	10,0	2,0
	—	40,0	—	40,0

VII. Für nicht abgetragenen Hochmoorboden. — Saatdichte 2.

	a) Wiese		b) Weide	
	%	*kg*	%	*kg*
1. Ruchgras (Anthoxanthum odoratum)	0,5	0,3	0,5	0,3
2. Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis)	5,0	2,5	4,5	2,3
3. Timotheegras (Phleum pratense)	10,0	3,8	10,0	3,8
4. Fioringras (Agrostis alba)	7,0	2,4	10,0	3,4
5. Französisches Raygras (Arrhenatherum elatius)	5,0	8,0	—	—
6. Wolliges Honiggras (Holcus lanatus)	2,0	1,0	—	—
7. Gemeines Rispengras (Poa trivialis)	5,0	2,3	5,0	2,3
8. Wiesen-Rispengras (Poa pratensis)	15,0	6,9	20,0	9,2
9. Knaulgras (Dactylis glomerata)	10,0	8,0	5,0	4,0
10. Kammgras (Cynosurus cristatus)	—	—	3,5	2,0
11. Rotschwingel (Festuca rubra)	5,0	3,9	5,0	3,9
12. Wiesenschwingel (Festuca pratensis)	8,0	7,5	5,0	4,7
13. Englisches Raygras (Lolium perenne)	5,0	5,0	5,0	5,0
14. Italienisches Raygras (Lolium italicum)	2,0	2,9	2,0	2,9
15. Sumpf-Schotenklee (Lotus uliginosus)	2,5	0,7	2,0	0,5
16. Gehörnter Schotenklee (Lotus corniculatus)	2,5	0,7	2,0	0,5
17. Hopfen-Luzerne (Medicago lupulina)	—	—	5,0	2,5
18. Bullenklee (Trifolium pratense perenne)	3,0	1,4	2,0	0,9
19. Bastardklee (Trifolium hybridum)	3,0	0,8	3,0	0,8
20. Weissklee (Trifolium repens)	9,5	2,7	10,5	3,0
21. Kümmel (Carum Carvi)	—	0,2	—	—
	—	61,0	—	52,0

VIII. Für abgetragenen Hochmoorboden ohne Sandmischung. — Saatdichte 1,5.

	a) Wiese %	a) Wiese *kg*	b) Weide %	b) Weide *kg*
1. Rohrglanzgras (Phalaris arundinacea)	10,0	3,7	4,5	1,5
2. Ruchgras (Anthoxanthum odoratum)	0,5	0,2	0,5	0,2
3. Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis)	4,0	1,5	—	—
4. Timotheegras (Phleum pratense)	12,0	3,4	12,0	3,4
5. Fioringras (Agrostis alba)	10.0	2,5	15,0	4,8
6. Französisches Raygras (Arrhenatherum elatius)	2,0	2,4	—	—
7. Gemeines Rispengras (Poa trivialis)	4,0	1,4	4,0	1,4
8. Wiesen-Rispengras (Poa pratensis)	9,0	3,1	15,0	5,2
9. Knaulgras (Dactylis glomerata)	2,5	1,5	—	—
10. Flutendes Mannagras (Glyceria fluitans)	2,0	1,3	2,0	1,3
11. Rotschwingel (Festuca rubra)	2,0	1,1	2,0	1,1
12. Wiesenschwingel (Festuca pratensis)	15,0	10,8	15,0	10,8
13. Englisches Raygras (Lolium perenne)	4,0	3,0	5,0	3,8
14. Italienisches Raygras (Lolium italicum)	2,0	1,4	2,0	1,4
15. Sumpf-Schotenklee (Lotus uliginosus)	10,0	2,0	3,0	0,6
16. Bullenklee (Trifolium pratense perenne	3,0	1,0	3,0	1,0
17. Bastardklee (Trifolium hybridum)	3,0	0,6	3,0	0,6
18. Weissklee (Trifolium repens)	5,0	1,0	14,0	2,9
19. Kümmel (Carum Carvi)	—	0,1	—	—
	—	42,0	—	40,0

IX. Für abgetragenen Hochmoorboden mit sanddurchmischter Decke. — Saatdichte 1,5.

	a) Wiese		b) Weide	
	%	*kg*	%	*kg*
1. Rohrglanzgras (Phalaris arundinacea)	8,0	3,0	4,5	1,5
2. Ruchgras (Anthoxanthum odoratum)	0,5	0,2	0,5	0,2
3. Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis)	5,0	2,0	—	—
4. Timotheegras (Phleum pratense)	10,0	3,0	10,0	2,9
5. Fioringras (Agrostis alba)	13,0	3,4	20,0	5,0
6. Französisches Raygras (Arrhenatherum elatius)	2,0	2,5	—	—
7. Gemeines Rispengras (Poa trivialis)	4,0	1,5	4,0	1,4
8. Wiesen-Rispengras (Poa pratensis)	10,0	3,5	15,0	5,2
9. Knaulgras (Dactylis glomerata)	2,5	1,5	—	—
10. Flutendes Mannagras (Glyceria fluitans)	2,0	1,3	2,0	1,3
11. Rotschwingel (Festuca rubra)	2,0	1,1	2,0	1,1
12. Wiesenschwingel (Festuca pratensis)	15,0	10,8	15,0	10,8
13. Englisches Raygras (Lolium perenne)	5,0	3,7	5,0	3,7
14. Italienisches Raygras (Lolium italicum)	3,0	2,2	2,0	1,4
15. Sumpf-Schotenklee (Lotus uliginosus)	5,0	1,0	3,0	0,6
16. Bullenklee (Trifolium pratense perenne)	3,0	1,0	3,0	1,0
17. Bastardklee (Trifolium hybridum)	3,0	0,6	3,0	0,6
18. Weissklee (Trifolium repens)	7,0	1,5	11,0	2,3
19. Kümmel (Carum Carvi)	—	0,2	—	—
	—	44,0	—	39,0

X. Für abgetragenen und mit Marschklei bedeckten Hochmoorboden. — Saatdichte 1,5.

1. Ruchgras (Anthoxanthum odoratum)	0,5	0,2	0,5	0,2
2. Wiesenfuchsschwanz (Alopecurus pratensis)	10,0	3,8	5,0	1,5
3. Timotheegras (Phleum pratense)	12,0	3,4	12,0	3,4
4. Fioringras (Agrostis alba)	15,0	3,8	17,5	4,5
5. Kammgras (Cynosurus cristatus)	—	—	5,0	2,2
6. Wiesenschwingel (Festuca pratensis)	19,5	13,7	15,0	10,7
7. Englisches Raygras (Lolium perenne)	15,0	11,3	15,0	11,3
8. Italienisches Raygras (Lolium italicum)	2,0	1,5	2,0	1,5
9. Sumpf-Schotenklee (Lotus uliginosus)	5,0	1,0	5,0	1,0
10. Bullenklee (Trifolium pratense perenne)	8,0	2,8	5,0	1,7
11. Bastardklee (Trifolium hybridum)	8,0	1,5	8,0	1,5
12. Weissklee (Trifolium repens)	5,0	1,0	10,0	2,0
	—	44,0	—	41,5

IX. Untersuchungen der Moor-Versuchs-Station über verschiedene die Moorkultur betreffende Fragen.

Bericht von **H. Immendorff.**

1. Feststellung der durch Abmähen der Heide und Plaggenhieb dem Moor- und Sandboden entzogenen Mengen von Pflanzennährstoffen.

Über den Plaggenhieb und das Abmähen der Heide zur Streugewinnung — landwirtschaftliche Massnahmen, die wir in allen Heidegegenden der norddeutschen Tiefebene, in Pommern, der Mark, Holstein, in der Lüneburger Heide, in den Heidegebieten von Oldenburg, Hannover u. s. w. bis auf den heutigen Tag noch ausüben sehen — ist von einer Reihe landwirtschaftlicher Schriftsteller berichtet worden. Naturgemäss weisen alle auf die dadurch vor sich gehende allmähliche, aber mit der Zeit völlige Ausraubung der Heideflächen hin; zahlenmässige Angaben über die Mengen wichtiger Pflanzennährstoffe, die dem Boden durch die genannte Nutzung entzogen werden, dürfte man jedoch in der Litteratur vergeblich suchen. Diese Lücke sollte durch die im folgenden beschriebenen Untersuchungen der Moor-Versuchs-Station ausgefüllt werden.

Für den Leser, der mit den in Betracht kommenden Verhältnissen weniger vertraut ist, sei eine allgemeine Schilderung derselben vorausgeschickt.

Mangel an Wiesen und Weiden und ausreichendem Futterbau zwingt den Heidebauer zur Verfütterung seines Strohes; den Bedarf an Streu muss die Heide liefern. Abgesehen von einer — in der neueren Zeit durch die bedeutenden Fortschritte in der Bewirtschaftung der leichten Bodenarten grösser gewordenen — Anzahl von Wirtschaften, die auf eine rationellere Grundlage gestellt sind, findet man, wie Salfeld[1]) angiebt, überall den starken Körnerbau, das Liegenlassen des Ackers auf mehrere Jahre in kraftlosem Zustande und ohne künstliche Besamung, wenig oder gar kein Futter auf den Äckern und kümmerliche Ernährung des Viehes. Hiermit in Verbindung steht dann der Heide- und Plaggenhieb; überall dehnen sich weite Flächen unkultivierten Bodens, die lediglich zum Plaggenhieb, zur Brennkultur und zur Weide genügsamer Schnucken dienen.

Wenn in diesen Heidegegenden die Ernte unter Dach gebracht ist, werden die freiwerdenden Gespanne gebraucht, um das Streumaterial, die

[1]) Salfeld, Kultur der Heideflächen Nordwest-Deutschlands. Hildesheim 1870.

abgemähte Heide oder die gehauenen Plaggen herbeizuschaffen; jeder Tag wird ausgenutzt, wenn nur eben die Arbeit in der Wirtschaft es erlaubt, wird Streu gefahren. Nach W. Peters[1]) steht es fest, dass wenigstens die Hälfte aller Arbeit mit Leuten und Gespann für den Heide- und Plaggendünger verwandt wird.

Forstmeister A. Meier[2]) giebt an, dass ein Hektar Heide beim Abmähen im Umlauf von 4—10 Jahren etwa 12—20 zweispännige Fuder Streuheide von 7—8 *cbm* Raumgehalt oder etwa 16 Ctr. grüne oder 12 Ctr. trockene Masse liefert. Den Düngerwert der Streuheide nimmt man nach demselben Autor unter Berücksichtigung der Gewinnungskosten, die aber sehr verschieden sind und zwischen einem und drei Tagelöhnen für das Fuder zu liegen pflegen, zu etwa einem Drittel einer gleichen Gewichtsmenge Roggenstroh, abgesehen von den Fuhrkosten, an. Dass nur zur Streugewinnung dienende Heideflächen nur einen sehr geringen Ertrag gewähren, lässt sich hieraus schon ermessen.

Am häufigsten wird die Heide jedoch nicht gemäht oder geschnitten, sondern mit flach abgeschälten Bodenschollen, den sogenannten Plaggen, fortgenommen. Die Nutzung pflegt in diesem Falle nach 10—20 Jahren wiederzukehren, je nach der Bodengüte und der Stärke der fortgenommenen Erdschollen.

Die gemähte Heide findet als Einstreu in die Viehställe, die Plaggen als Unterlage, als Durchschichtungs- und Bedeckungsmittel des Stalldüngers auf der Dungstätte Verwendung. Bei der sehr reichlichen Verwendung des heidhumosen Bodens wird ohne Frage der Stalldünger auf den Heidhöfen in vortrefflicher Weise konserviert. Der in dieser Weise gewonnene sogenannte Plaggendünger, zum grössten Teil aus humosem Heidesand bestehend, ist in vielen Orten noch heute Grundlage des Ackerbaues. Man rechnet für den Jahresbedarf des Ackers auf eine mindestens gleich grosse Fläche Heide zur Deckung des Plaggenbedarfs. Es giebt Äcker, die seit langer Zeit mit Plaggen gedüngt und fast ohne Wechsel mit Roggen bebaut worden sind, auch verhältnismässig gute Ernten nach wie vor liefern. Durch das beständige Aufbringen frischen Heidebodens sind solche Flächen oft nicht unerheblich über das Niveau der Umgebung herausgewachsen. Die humosen, mit den Exkrementen der Haustiere versehenen Plaggen machen auf diesen Äckern den Fruchtwechsel unnötig und sichern meist dem Roggen (den auch hin und wieder nach Bedarf Hafer und Buchweizen ablösen) Gedeihen, aber unter Aufwendung von ganz unverhältnismässig viel Arbeit und Kosten.

Wie schon gesagt wurde, ist es nicht unbemerkt geblieben oder unterschätzt worden, in wie hohem Masse die schon an und für sich an den für das Gedeihen aller Pflanzen wichtigen Nährstoffen meist recht armen Heideflächen durch die regelrecht wiederholte Entnahme der Vege-

[1]) W. Peters, Die Heideflächen Norddeutschlands. Hannover 1862. Verlag von C. Meyer.

[2]) Zeitschrift für Kultur des Moor- und Heidebodens von W. Peters 1875, XIV, 56.

tation durch Abmähen oder noch gründlicher durch gleichzeitiges Fortnehmen der Humusdecke (Plaggenhieb) zu Streuzwecken an diesen Pflanzennährstoffen verarmen müssen. Die Böden, die nachweisbar ehemals zum Teil prächtige Wälder getragen haben, sind dadurch oft nicht allein der Aufforstung fast unzugänglich geworden, sondern sie bieten hin und wieder sogar den genügsamen Heidepflanzen nicht mehr die Lebensbedingungen, da der Streuwagen ihnen die Nahrung entführte. Offene, unbenarbte Bodenflächen, die ihrer Umgebung zu Zeiten durch Sandwehen gefährlich werden, sind dann das Resultat der Ausraubung durch den Menschen.

Um zahlenmässige Belege für diese Ausraubung des Heidebodens zu gewinnen und um andererseits festzustellen, wie hoch sich die Entnahme von Pflanzennährstoffen vom Moorboden durch den gleichen Vorgang gestaltet, sind die folgenden Untersuchungen vorgenommen worden.

An einer Stelle des Hellweger Moores, wo heidewüchsiger Sandboden und mit Heide bestandener Hochmoorboden nahe beieinander liegen, wurde mit Hülfe des ortsüblichen Instrumentes, der sogenannten Heideliere oder Lehe, auf beiden Bodenarten je eine Fläche von 10 Quadratmetern abgemäht. Die Pflanzen wurden hierbei recht tief abgehauen, so dass humoser Heidesand und Moorsubstanz in nicht unbeträchtlichen Mengen in das Streumaterial hineingelangten. Nach dem Wägen der den beiden Flächen entnommenen Streumassen wurden denselben Durchschnittsproben für die Analyse entnommen.

Der Pflanzenbestand setzte sich nach den Untersuchungen des Botanikers der Moor-Versuchs-Station, Herrn Dr. C. Webers, wie folgt zusammen:

1. Sandheide.

Calluna vulgaris, überwiegend.
Dicranum scoparium, sehr zahlreich.
Hypnum Schreberi, sehr zahlreich.
Hypnum cupressiforme, ziemlich zahlreich.
Cladonia rangiferina, ziemlich zahlreich.

Den Pflanzenmassen war humoser Sand beigemischt.

2. Moorheide.

Calluna vulgaris, zahlreich.
Erica tetralix, überwiegend.
Eriophorum vaginatum, wenig.
Cladonia rangiferina, zahlreich.
Hypnum Schreberi, ziemlich zahlreich.
Hypnum cupressiforme, wenig zahlreich.

Heidehumus war der Ernte beigemischt.

Auf beiden Flächen war die Heide etwa 15jährig und als plaggenreif zu bezeichnen.

Die Massen der den Flächen durch das Abmähen entzogenen Pflanzen- und Bodensubstanz stellen sich wie folgt:

	Sandheide	*Moorheide*
10 *qm* ergaben	32,500 *kg* frische Masse, davon waren	48,750 *kg* frische Masse,
	18,222 „ trockene Pflanzenmasse,	
	2,636 „ trockener humoser Sand,	
	20,858 *kg* trockene Masse.	21,231 *kg* trockene Masse.
Nach diesen Angaben berechnet sich für 1 *ha* Fläche	32500 „ frische Masse,	48750 „ frische Masse,
	20858 „ trockene Masse, davon sind	21231 „ trockene Masse.
	18222 „ trockene Pflanzenmasse,	
	2636 „ trockener humoser Sand.	

Bei der Sandheide musste die Trennung von Pflanzenmasse und humosem Sand schon der Analyse wegen vorgenommen werden; bei der Moorheide unterblieb die Sonderung von Heidehumus und Pflanzensubstanz, weil sie sich nicht leicht bewerkstelligen liess und für die Analyse auch nicht notwendig erschien.

Wie die Zahlen ausweisen, differieren die den beiden Flächen entnommenen trockenen Streumengen nur sehr wenig.

Die Analyse der getrockneten und fein gemahlenen Durchschnittsproben hatte folgendes Ergebniss. In der völlig trocken gedachten Substanz waren enthalten:

Tabelle 1.

	Stickstoff %	Reinasche %	In Salzsäure Unlösliches %	In Salzsäure Lösliches %	Kalk (CaO) %	Magnesia (CaO) %	Kali (K_2O) %	Eisen- und Thonerde (Fe_2O_3 + Al_2O_3) %	Phosphorsäure (P_2O_5) %	Schwefelsäure (SO_3) %
Sandheide:										
a) Pflanzenmasse	0,83	9,90	8,56	1,34	0,37	0,16	0,28	0,24	0,11	0,20
b) Humoser Sand	1,07	60,10	58,69	1,41	0,20	0,07	0,09	0,79	0,09	0,15
Moorheide . . .	0,95	3,40	1,96	1,44	0,42	0,19	0,16	0,37	0,09	0,25

Durch die in der beschriebenen Weise vorgenommene Streunutzung werden nach den vorstehenden Angaben einem Hektar Fläche entzogen:

(Siehe Tabelle 2 Seite 507.)

Aus diesen Zusammenstellungen ist folgendes zu entnehmen:

Während die Ausbeuten an frischer Masse von den beiden verschiedenen Bodenarten nicht unbeträchtliche Unterschiede aufweisen, — der Sandboden lieferte vom Hektar 32500 *kg*, der Moorboden dagegen 48750 *kg* frische Erntemasse auf gleicher Fläche, — weichen die Erträge an völlig trocken gedachter Substanz nur sehr wenig voneinander ab. Der Sandboden

ergab nämlich pro Hektar 20858 *kg*, der Moorboden 21231 *kg* Trockensubstanz. Die trockene Masse der Ernte vom Sandboden erscheint allerdings durch die Beimischung von 2636 *kg* trockenen humosen Sandes etwas beeinflusst. Eine einfache Rechnung zeigt jedoch, dass zweifellos der Pflanzenbestand auf dem feuchteren Moorboden ganz wesentlich wasserreicher war als der auf dem trockeneren Sandboden.

Tabelle 2.

	Stickstoff *kg*	Kalk (CaO) *kg*	Magnesia (MgO) *kg*	Kali (K_2O) *kg*	Phosphorsäure (P_2O_5) *kg*	Schwefelsäure (SO_3) *kg*	Eisenoxyd u. Thonerde (Fe_2O_3 + Al_2O_3) *kg*
Der *Sandheidefläche*:							
a) In der Pflanzenmasse . . .	151,425	67,421	29,155	51,022	20,044	36,444	43,733
b) Im *humosen Sand*	28,232	5,272	1,845	2,372	2,372	3,954	20,824
Der Sandfläche insgesamt . . .	**179,657**	**72,693**	**31,000**	**53,394**	**22,416**	**40,398**	**64,557**
Der *Moorheidefläche*	**201,482**	**89,170**	**40,339**	**33,970**	**19,108**	**53,078**	**78,555**

Betrachten wir nun weiter die Verschiedenheiten die sich in der Entnahme von wichtigen Pflanzennährstoffen, zu denen wir im vorliegenden Falle auch noch die Magnesia zählen wollen, bei beiden Bodenarten ergeben, so sehen wir aus Tabelle 2, dass Stickstoff, Kalk und Magnesia in grösseren Mengen dem Moorboden entnommen sind; aber nicht nur die Gesamtmengen dieser Stoffe überwiegen in der Ernte vom Moorboden, sondern es ist auch wie Tabelle 1 ausweist, die trockene Pflanzenmasse der Moorheide prozentisch reicher an diesen Bestandteilen gewesen als die Sandheide. Die Differenzen sind jedoch sehr gering und zudem noch dadurch unsicher gemacht, dass die Moorheide nicht ganz unerhebliche Mengen von Moorsubstanz enthielt, während andererseits auch der vom Heidesand nach Möglichkeit befreiten Pflanzenmasse immerhin noch gewisse Mengen davon beigemischt waren.

Gering ist auch der Unterschied in der Entnahme von Phosphorsäure auf beiden Bodenarten. Bei dieser jedoch, wie auch ganz besonders beim Kali, wo eine in die Augen springende Differenz sich zeigt, liegt das Plus auf Seiten der Sandheide. Während die trockenen Pflanzenmassen vom Moorboden 0,16 % Kali enthielten, wiesen die vom Sandboden 0,28 % Kali auf; dementsprechend wurden auch durch die Streuentnahme einem Hektar Moorboden 33,97 *kg*, einem Hektar Sandboden dagegen 53,394 *kg* Kali entzogen.

Die im Vorstehenden gekennzeichnete verschiedene Entnahme wichtiger Pflanzennährstoffe aus Moor- und Sandboden durch die Heidevegetation findet, wenigstens für Phosphorsäure und Kali ihre Erklärung, wenn wir

den Gehalt typischer derartiger Böden an diesen Stoffen in einem bestimmten Bodenraum unseren Betrachtungen zu Grunde legen.

Nach früheren Untersuchungen der Moor-Versuchs-Station sind in einer 20 *cm* mächtigen Oberflächenschicht auf einem Hektar Fläche enthalten:

1. Im humosen Heidesand (Heidefläche bei Loxstedt):

Stickstoff	Kalk	Magnesia	Kali	Phosphorsäure
4000 *kg*	800 *kg*	1000 *kg*	1200 *kg*	600 *kg*;

2. Im Hochmoorboden in Heide, nie genützt:

Stickstoff	Kalk	Magnesia	Kali	Phosphorsäure
4280 *kg*	751 *kg*	603 *kg*	133 *kg*	259 *kg*.

Wenngleich die Heidesande Norddeutschlands keineswegs immer die oben angegebenen Mengen von Pflanzennährstoffen besitzen, sondern wesentlich reicher oder ärmer daran auftreten, so dürfte doch in den meisten Fällen der Kaligehalt und auch der Gehalt an Phosphorsäure dieser Bodenart den entsprechenden Gehalten der Hochmoorböden überlegen sein und dadurch auch ein höherer Gehalt der Sandheide an diesen Stoffen sich erklären.

Um zu zeigen, in welchem Masse Heidesandböden von verschiedenen Orten Norddeutschlands, — meist diluviale, mehr oder weniger feldspathführende, thonarme oder auch schwächer oder stärker thonige, von ihrem ursprünglichen Gehalt an kohlensaurem Kalk aber durch Auslaugen völlig befreite Quarzsande, — in ihren Gehalten an Pflanzennährstoffen differieren, seien noch zwei Böden anderer Herkunft hier zum Vergleich herangezogen, die von der Moor-Versuchs-Station untersucht wurden, um Ratschläge zur Kultivierung oder Bonitierung des Bodens zu erteilen. Leider ist in der aus der Umgegend von Lehe (Bremerhaven) stammenden Bodenart keine Kalibestimmung ausgeführt worden.

Ein nichtgenutzter Heideboden des Remonte-Depots Mecklenhorst bei Neustadt a. Rbge. — ein in der Oberflächenschicht schwarz-grauer, stark humoser Heidesand, in den tieferen Lagen heller, grau-gelber, vorwiegend mittelkörniger, schwach thonhaltiger, an Feldspathtrümmern nicht reicher Quarzsand ohne Beimischung von kohlensaurem Kalk —, der in eine Wiesenfläche umgewandelt werden sollte, enthielt in der Trockensubstanz:

	In der Oberflächenschicht bis 20 *cm*	In den tieferen Lagen 20 bis 40 *cm*
Verbrennliche Stoffe	9,92 %	0,84 %.
Stickstoff	0,18 „	0,012 „
Mineralstoffe (Asche)	90,08 „	99,16 „
In Salzsäure Unlösliches	89,02 „	98,35 „
Kalk (CaO)	0,06 „	0,02 „
Kali (K_2O)	0,04 „	0,03 „
Phosphorsäure (P_2O_5)	0,06 „	0,02 „

Mit Zuhilfenahme der Volumgewichtsbestimmungen in beiden Bodenschichten berechnen sich für eine Fläche von einem Hektar bei einer Bodentiefe von 20 *cm* folgende Nährstoffmengen:

	Stickstoff	Kalk	Kali	Phosphorsäure
Für die Oberflächenschicht (bis 20 *cm*)	3608 *kg*	1203 *kg*	802 *kg*	1203 *kg*.
„ „ tiefere Schicht (20 bis 40 *cm*)	312 „	624 „	936 „	624 „

Ein zweiter, anscheinend gleichfalls niemals in Kultur gewesener Heideboden aus der Umgegend von Lehe, ein grau-schwarzer, stark humoser Sandboden, für dessen Bewertung ein Massstab gefunden werden sollte, zeigte, völlig trocken gedacht, folgende Zusammensetzung:

	In der Oberflächenschicht bis 20 *cm*
Verbrennliche Stoffe	10,82 %.
Stickstoff	0,29 „
Mineralstoffe (Asche)	89,18 „
Kalk (CaO)	0,054 „
Phosphorsäure (P_2O_5)	0,031 „

Der Boden enthielt in der Oberflächenschicht bis zu 20 *cm* Tiefe auf einem Hektar Fläche:

Stickstoff	Kalk (CaO)	Phosphorsäure (P_2O_5)
5587 *kg*	1044 *kg*	599 *kg*.

Alle drei hier vorgeführten Heideböden sind also, wenn wir vom Stickstoffgehalt absehen, der in den stark humosen Oberflächenschichten in nicht unerheblichen Mengen festgelegt ist, als recht arm an wichtigen Pflanzennährstoffen zu bezeichnen, immerhin aber sind die Gehalte an Phosphorsäure und Kali in bestimmten Bodenräumen, wie gesagt, den entsprechenden Gehalten der Oberflächenschicht des Hochmoorbodens beträchtlich überlegen.

Doch sehen wir weiter, wie mit Zugrundelegung der durch unsere Untersuchungen gewonnenen Zahlen sich die Entnahme von Pflanzennährstoffen bei der Streuwerbung in einem längeren Zeitraume, etwa in 100 Jahren, stellt. Nehmen wir an, dass sich beim sehr tiefen Abmähen der Heide die Streunutzung nach etwa 15 Jahren wiederholen lässt, so würden in 100 Jahren dem Boden etwa 6 Ernten zu entnehmen sein. Einem Hektar Fläche würden dadurch entzogen werden:

	Stickstoff *kg*	Kalk *kg*	Magnesia *kg*	Kali *kg*	Phosphorsäure *kg*
Auf Sand . .	1078	436	186	320	135
„ Moor . .	1209	535	242	204	115.

Vergleichen wir hiermit die Zahlen, die oben für den Gehalt von Moor und Heidesand auf einem Hektar bei 20 *cm* Bodentiefe angegeben wurden, so sehen wir, dass die Vorräte dieser Bodenschicht an Kalk, Kali und Phosphorsäure ganz bedeutend in Anspruch genommen oder geradezu erschöpft werden. Es wurde hierbei angenommen, dass die Ernten an Heide und der Gehalt derselben an Pflanzennährstoffen gleich hoch blieben, wie in dem von uns näher untersuchten Falle. In Wirklichkeit wird sich

natürlich die Sache dadurch anders gestalten, dass schon nach wenigen Streuentnahmen der Heidewuchs ein schwächerer werden und die Wiederkehr der Streunutzung erst nach wesentlich längeren Zeiträumen möglich sein wird.

Mit Sicherheit geht jedoch aus den Berechnungen hervor, dass schon durch das Abmähen der Vegetation nach verhältnismässig wenigen Ernteentnahmen eine fast völlige Erschöpfung der genannten Bodenarten an *leichter löslichen* Pflanzennährstoffen eintreten muss, und es ist eine ganz naturgemässe Folgeerscheinung, dass derartige schon seit langer Zeit ausgeraubte Flächen nur eine kümmerliche oder gar keine Vegetation mehr aufkommen lassen.

Gründlicher und schneller noch als durch das Abmähen wird der Boden selbstverständlich durch das Abplaggen ausgeraubt. Je tiefer die Bodenschollen ausgestochen werden, um so schneller wird die Erschöpfung des Bodens eintreten. Hochmoorboden wie Heidesandboden enthalten im Allgemeinen, wenigstens in Nordwestdeutschland, die durch Verwitterung der Bodenbestandteile und die Thätigkeit der Pflanzenwurzeln leichter löslich gewordenen Pflanzennährstoffe in grösster Menge in der Oberflächenschicht. Diese reichere Schicht ist jedoch in der Mehrzahl der Fälle nur sehr wenig tief, sie beträgt im Durchschnitt allerhöchstens 20 *cm*. Wie sehr die tieferen Schichten in ihrem Gehalt an wichtigen Pflanzennährstoffen dahinter zurückstehen, mögen folgende Zahlen deutlich machen.

Der Hochmoorboden enthält etwa in der 20 *cm* starken Heidehumusschicht auf einem Hektar:

Stickstoff	Kalk	Kali	Phosphorsäure
4280 *kg*	751 *kg*	133 *kg*	259 *kg*;

in einer 20 *cm* starken tieferen Moostorfschicht von derselben Ausdehnung:

1450 *kg*	450 *kg*	54 *kg*	72 *kg*.

Der Mecklenhorster Heidesandboden enthält in einer gleichen Oberflächenschicht:

Stickstoff	Kalk	Kali	Phosphorsäure
3608 *kg*	1203 *kg*	802 *kg*	1203 *kg*;

in einer gleichgrossen tieferen Schicht (20—40 *cm*):

312 *kg*	624 *kg*	936 *kg*	624 *kg*.

Abgesehen davon, dass der hier als Beispiel herangezogene Heidesandboden in seinen tieferen Lagen mehr Kali enthält als in der Oberflächenschicht, aber auch zweifellos in einer für die Pflanzenwurzeln sehr schwer zugänglichen Form, zeigen die vorstehenden Angaben, dass nach Forträumung der oberen Schichten, die nach sehr wenigen Plaggenentnahmen vollständig erreicht ist, ganz ausserordentlich arme, neue Oberflächenschichten geschaffen werden, die fraglos sehr langer Zeiträume bedürfen, um nur eine kümmerliche Vegetation hochkommen zu lassen.

Nach unseren Untersuchungen sowohl wie nach allem was man über die Kultur des Heidebodens, die sich auf Heidestreu und Plaggenhieb stützt, weiss, dient diese Kulturart keineswegs den Interessen unseres Landes.

Ganz abgesehen von der geringen oder überhaupt nicht vorhandenen Rentabilität der Methode ist ein Verfahren, durch das weite Länderstrecken ihrer an und für sich geringen Bodenkraft beraubt werden, um eine verhältnismässig kleine Bodenfläche in Kultur zu bringen, als durchaus verwerflich zu bezeichen.

2. Untersuchungen über die Zusammensetzung von Molinia coerulea und Carex Goodenoughii.

Die beiden in der Überschrift genannten Pflanzen bilden einen wesentlichen Bestandteil des Bestandes der wenig gepflegten, das heisst nicht genügend entwässerten und gedüngten Hochmoorwiese. Als Futterpflanzen sind beide sehr wenig geschätzt. Die Untersuchungen sollten zeigen, ob auch die chemische Zusammensetzung zu einem ungünstigen Urteil über den Futterwert berechtigt. Zunächst mögen noch einige allgemeine Bemerkungen [1]) über die zwei Pflanzen vorausgeschickt werden.

1. *Molinia coerulea Mnch*, der *Benthalm* oder das *Blaugras*, wächst in Norddeutschland sowohl auf feuchtem Sand-, wie auf Hochmoor- und Niederungsmoorboden. Die Pflanze gehört zur Familie der Gramineen und zeichnet sich durch ihre graublau gefärbten Blätter und ihre fast knotenlosen Halme (daher Benthalm = Bindehalm) aus. Unter günstigen Verhältnissen erreicht sie eine Höhe bis zu 1,5 Metern. Auf den Moorböden bildet der Benthalm oft weit ausgedehnte Bestände, die als geringwertige, einschürige Wiesen oder als Weiden genutzt werden. Als Nebenbestandteil tritt die Pflanze auch in anderen Pflanzenvereinen des nassen Bodens auf, wie in denen des Torfmooses (gewissen Sphagneten), des Spitzsegge (Carex acuta *L.*) und anderer Seggen, sowie in manchen lichten, bruchartigen Wäldern, wo sie das Bodengras bildet.

Der Futterertrag der Benthalmwiese ist nach Menge und Wert nur gering. Wesentlich höher ist der Ertrag solcher Flächen, wenn man sie im Spätherbste, — das Gras gehört zu den am spätesten blühenden und reifenden, sobald die Halme strohig geworden sind, zu Streuzwecken mäht. In Norddeutschland geschieht dieses allerdings seltener, dagegen werden in der Schweiz, wo die Benthalmstreu sehr geschätzt wird, derartige Wiesen sogar künstlich angelegt.

2. *Carex Goodenoughii Gay.*, die *gemeine Segge*, eine Cyperacee, erscheint auf den verschiedensten feuchten bis nassen Bodenarten, mineralischen wie organischen Ursprungs, oft als Nebenbestandteil verschiedener Wiesenformen, besonders reichlich in der Benthalmwiese. Nicht selten bildet sie zusammen mit der Hirsensegge (Carex panicea *L.*) eigene Bestände von grosser Ausdehnung, die in Norddeutschland als einschürige Wiesen zur Futtergewinnung oder als Weide dienen. Der Ertrag solcher Wiesen ist immer ziemlich dürftig und das Futter gilt als sehr geringwertig.

[1]) Die nachfolgenden Angaben über die beiden Pflanzen verdanke ich zum grössten Teil dem Botaniker der Station, Herrn Dr. C. Weber.

In der Schweiz dienen auch solche Wiesen zur Streugewinnung, während man bei uns in Norddeutschland bemüht ist, sie durch angemessene Kulturmassnahmen in gute Futterwiesen umzuwandeln.

Die zu unseren Versuchen verwendeten Pflanzen waren im Hellweger Moor auf nichtgedüngtem Boden nebeneinander gewachsen; sie wurden am 14. August 1895 geerntet und kamen im abgewelkten Zustande in der Station an, so dass eine Umrechnung der Analysen-Resultate auf die frische Pflanzensubstanz ausgeschlossen ist. Die Molinia stand zur Erntezeit in voller Blüte, die Carex-Art hatte bereits reife Früchte angesetzt.

Das Entwicklungsstadium der Futtergewächse ist für die Wertschätzung derselben als Futtermittel von hervorragender Bedeutung. Die Ernte des Benthalms ist für die Beurteilung des Futterwertes der Pflanze in die dafür günstigste Periode, die der Carex in eine bereits zu späte Jahreszeit gefallen.

Die Analyse[1]) des *Molinia coerulea* ergab folgendes Resultat:

	Roh-protein %	Verdauliches Protein %	Amid-stoffe %	Fett %	Stickstoff-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %
In der Trockensubstanz	7,94	5,01	1,03	2,87	48,57	36,42	4,20
In der Heusubstanz mit 15 % Wasser . . .	6,75	4,26	0,88	2,44	41,28	30,96	3,47

Nach Wolffs Tabellen (in Mentzel und v. Lengerkes Landw. Kalender von 1898) zeigte das Heu *reifer Gräser mit 15 % Wassergehalt* folgende Zusammensetzung:

	Roh-protein %	Verdauliches Protein %	Amid-stoffe %	Fett %	Stickstoff-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %
Beste Gräser	12,0	7,5	2,0	2,3	39,5	24,0
Gute Gräser	10,0	6,0	1,6	2,0	42,0	26,0
Gräser II. Qualität . .	9,5	5,5	1,6	2,0	42,0	26,0
Gräser III. Qualität .	9,2	5,0	1,4	2,0	40,0	28,0

Vergleichen wir mit diesen Angaben die durch die Analyse festgestellten entsprechenden Zahlen für die Heusubstanz von Molinia coerulea, so sehen wir, dass auch die chemische Analyse das Benthalmheu auf eine recht niedrige Qualitätsstufe verweist.

Sowohl das Rohprotein, wie auch das verdauliche Protein ist (selbst nach Abzug der Amidstoffe) in geringeren Mengen im Benthalmheu enthalten gewesen, als die zweite Tabelle für Gräser dritter Güte angiebt; dagegen

[1]) Die Futtermittel-Analyse wurde nach den gebräuchlichen Methoden ausgeführt; das verdauliche Protein wurde nach Kühn bestimmt.

erscheint der Rohfasergehalt, was gleichfalls nicht zu Gunsten der Molinia spricht, höher als bei den Gräsern dritter Qualität. Nur der Fettgehalt ist nach unseren Ermittlungen ein recht hoher gewesen.

Die Bestimmungen des Gesamt-Stickstoffs, des Stickstoffs in der Form von Eiweiss und Nicht-Eiweiss bestätigen das über das Protein Gesagte, sie hatten folgendes Resultat:

	Stickstoff im ganzen %	Stickstoff in Form von Eiweiss %	Stickstoff als Nichteiweiss %
In der Trockensubstanz	1,271	1,113	0,158

Gräser vor und in der Blüte zeigen nach MENTZEL und v. LENGERKES Kalender folgende Zusammensetzung:

	Stickstoff im ganzen %	Stickstoff in Form von Eiweiss %	Stickstoff als Nichteiweiss %
In der Trockensubstanz	1,20—2,53	0,94—2,08	0,23—0,64

Die Analyse von *Carex Goodenoughii*, die sich auf die Bestimmung derselben Bestandteile wie bei der Molinia erstreckte, führte zu folgenden Ergebnissen:

	Roh-protein %	Verdauliches Protein %	Amid-stoffe %	Fett %	Stickstoff-freie Extraktstoffe %	Rohfaser %	Asche %
In der Trockensubstanz	10,59	5,52	0,59	2,95	49,58	32,24	4,64
In der Heusubstanz mit 15 % Wasser . . .	9,00	4,69	0,50	2,51	42,14	27,40	3,94

	Stickstoff im ganzen %	Stickstoff in Form von Eiweiss %	Stickstoff als Nichteiweiss %
In der Trockensubstanz	1,694	1,599	0,095

Bei der gemeinen Segge sind hiernach selbst in der alten Pflanze wesentlich höhere Gehalte an Rohprotein und auch an Eiweissstickstoff fest-

gestellt worden, als bei der Molinia; der Rohfasergehalt erscheint ferner niedriger und der Fettgehalt noch höher als bei jener, alles Momente, die zu Gunsten der Segge sprechen. Nicht so günstig stellt sich der verdauliche Anteil des Rohproteins, derselbe ist nicht so hoch wie in den besseren Gräsern.

Im allgemeinen geben die analytischen Daten keineswegs ein ungünstiges Bild von der Zusammensetzung der gemeinen Segge. Ähnliches wie bei der vorliegenden Art ist ja vielfach auch für andere Seggenarten festgestellt worden. Die durch die Analyse ermittelten Zahlen für die wertbestimmenden Bestandteile der sogenannten sauren Gräser stehen recht häufig mit den für die besseren Süssgräser ermittelten auf gleicher Stufe und es unterliegt auch wohl keinem Zweifel, dass das *daran gewöhnte Vieh* bei Seggenweide und Seggenheu verhältnismässig gut gedeiht.

Für die von uns untersuchte gemeine Segge lautet jedoch im allgemeinen das Urteil der Praktiker keineswegs günstig, wohl wesentlich aus dem Grunde, weil die Pflanze nur einen sehr geringen Ertrag liefert.

Das Urteil über den Benthalm ist ziemlich ungeteilt der Pflanze ungünstig und ein Gleiches hat auch unsere Analyse dargethan. Wir verhehlen uns dabei nicht, dass aus der Analyse des Heues von einem Standorte nur sehr unsichere Schlussfolgerungen gezogen werden können; selbst bei anerkannt besten Gräsern sind die Schwankungen in der Zusammensetzung so grosse, dass auch bei ihnen nicht selten ähnliche Zahlen für die wertbestimmenden Stoffe gefunden werden, wie bei der der Analyse unterworfenen Molinia.

Zum Schluss möge noch kurz die Zusammensetzung der Asche, soweit sie ermittelt wurde, hier wiedergegeben werden. In 1000 Teilen der vollkommen trocken gedachten Pflanzenmasse war enthalten:

	Asche ‰	Kalk (CaO) ‰	Kali (K_2O) ‰	Phosphorsäure (P_2O_5) ‰
Molinia coerulea	41,96	2,5	12,1	2,9
Carex Goodenoughii	46,4	3,9	14,9	4,3

Nach den WOLFF'schen Tabellen (die Angaben sind auf trockene Substanz umgerechnet) wurden gefunden:

	Asche ‰	Kalk (CaO) ‰	Kali (K_2O) ‰	Phosphorsäure (P_2O_5) ‰
Im Wiesenheu	69,8	11,1	18,7	5,0
Im sauren Heu	43,3	8,1	10,2	1,6
Im Waldheu (aus Norwegen) . .	31,4	2,9	9,1	1,6

Hiernach stehen unsere Pflanzen in ihrem Aschengehalt und den darin enthaltenen wichtigen Pflanzennährstoffen dem sauren Heu und dem nor-

wegischen Waldheu am nächsten, sie übertreffen beide Heusorten jedoch nicht unbeträchtlich im Phosphorsäuregehalt und nähern sich im Kalkgehalt dem Waldheu aus Norwegen.

Der niedrige Kalkgehalt erklärt sich durch die sehr geringen Mengen von Kalk, die im Hochmoorboden, auf dem sie wuchsen, enthalten sind. Verhältnismässig hoch erscheinen, bei der Armut des Hochmoorbodens an diesen Stoffen, der Phosphorsäuregehalt und auch der Gehalt an Kali. Diese Erscheinung spricht dafür, dass den beiden Pflanzen besondere Fähigkeiten zukommen müssen, sich diese Nährstoffe aus dem Hochmoorboden anzueignen, Fähigkeiten, die vielleicht den meisten anderen Gräsern und vielen Seggen abgehen oder doch nicht in gleichem Masse zukommen, und die zum Teil in der langen Entwickelungsdauer und den Bewurzelungsverhältnissen ihren Grund haben mögen.

Dieses besondere Anpassungsvermögen des Benthalms und der gemeinen Segge an die dem Hochmoorboden eigentümlichen Verhältnisse wird auch die Ursache sein, dass auf den ungepflegten Hochmoorwiesen sich sehr leicht dichte und gesunde Bestände dieser Pflanzen einstellen.

3. Über die Zusammensetzung von Gründüngungsgewächsen, die auf Hochmoorboden und leichtem Sandboden angebaut waren.

Im folgenden sind die Analysen einer Anzahl verschiedener Gründüngungsgewächse zusammengestellt worden, die an der Station im Laufe der letzten Jahre zur Untersuchung gelangten. Da es sich nicht in allen Fällen um exakte Feldversuche handelte, fehlen leider recht häufig die Angaben über die auf Flächen bestimmter Grösse gewachsenen Pflanzenmassen. Vorhanden sind die Ertragszahlen bei dem unter B. beschriebenen Versuch auf leichtem Sandboden.

A. Der Trockensubstanz- und Stickstoffgehalt verschiedener auf Hochmoorboden in Betracht kommender Gründüngungspflanzen.

Bei der Kultur des für Stickstoffdüngung sehr dankbaren Hochmoorbodens sind, wie die Feldversuche der Station bewiesen haben, die Gründüngungsgewächse berufen, eine wichtige Rolle zu spielen.

Es lag nahe, bei der Prüfung der verschiedenen zu Düngungszwecken zu verwendenden Pflanzen von den Leguminosen zunächst die *Lupinensorten* und die *Serradella* auf ihre Brauchbarkeit auf Hochmoorboden zu prüfen. Ausserdem sind von der genannten Pflanzengruppe noch die *Peluschke* und die *Ackerbohne* untersucht worden. Es mag noch daran erinnert werden, dass auf dem Hochmoor, unter Umständen selbst auf altkultiviertem Boden, die Leguminosen völlig zu versagen pflegen, wenn nicht eine regelrechte Bodenimpfung erfolgt ist, die bisher am besten und sichersten durch gleichmässiges Ausstreuen und gleich darauf vorgenommenes Eineggen eines Bodens erzielt wurde, auf dem kurz vorher die anzubauende Pflanze mit normaler Bildung von Wurzelknöllchen gewachsen war.

Von den nichtschmetterlingsblütigen Pflanzen sind *Raps* und *weisser Senf* zu den Versuchen herangezogen worden, da sie bei kurzer Vegetations-

dauer verhältnismässig bedeutende und stickstoffreiche Pflanzenmassen liefern können. Wie bekannt, werden deshalb auch die beiden Pflanzen, in erster Linie der Senf, auf Mineralboden nicht selten als Gründüngungspflanzen benutzt. Obgleich sie nicht wie die Leguminosen den freien Stickstoff der Atmosphäre zu verarbeiten vermögen, sind sie doch imstande, den verfügbaren Bodenstickstoff fast vollständig aufzunehmen und ihn so während der niederschlagreichen Winterperiode vor dem Versinken in tiefere Bodenschichten zu bewahren.

Die in den folgenden Tabellen verzeichneten Gewächse sind in der Mehrzahl zur Zeit voller Blüte geschnitten worden, zum geringeren Teil waren sie bei der Probenahme bereits am Ende der Blüteperiode angelangt. Die Entwickelung der von den verschiedenen Standorten stammenden Pflanzen war keine gleichmässige, besonders die aus dem Jahre 1892 zeichneten sich durch häufig recht kümmerlichen Wuchs aus.

Das Weitere zeigen die Zusammenstellungen:

Verschiedene auf Hochmoorboden gewachsene Gründüngungsgewächse.

1. Gelbe Lupinen.

Geerntet im Jahre	Herkunft	Trockensubstanz in der frischen Masse %	Stickstoff in der Trockensubstanz %	Stickstoff in der frischen Masse %	Bemerkungen.
1894	1. F. Behling, Stellenfelde . . .	8,61	3,53	0,30	
„	2. J. Behling, „ . . .	9,92	3,22	0,32	
„	3. Erasmy, Hintzendorf	8,44	4,77	0,40	
„	4. Lankenau, Stellenfelde . . .	10,60	2,75	0,29	
	2. Blaue Lupinen.				
1892	1. Gellner, Giersdorf	14,17	2,79	0,40	
„	2. Fricke, Schanzendorf	13,28	4,03	0,54	
„	3. H. Bremer, Giersdorf	15,29	2,15	0,33	
1894	4 F. Behling, Stellenfelde . . .	12,74	3,44	0,44	
„	5. J. Behling, „ . . .	10,19	2,96	0,30	
„	6. Erasmy, Hintzendorf	10,30	3,91	0,40	
„	7. Lankenau, Stellenfelde . . .	11,31	3,26	0,37	*geimpft.*
„	8. „ „ . . .	13,14	1,98	0,26	*nicht geimpft.*
1895	9. Stegmann, Schanzendorf . . .	17,76	2,83	0,50	
	3. Weisse Lupinen.				
1892	1. Gellner, Giersdorf	14,37	2,47	0,35	
„	2. Lankenau, Stellenfelde . . .	15,63	2,92	0,46	
„	3. H. Bremer, Giersdorf	15,02	1,95	0,29	
1894	4. F. Behling, Stellenfelde . . .	12,53	3,64	0,46	
„	5. J. Behling, „ . . .	10,49	2,15	0,23	
„	6. Erasmy, Hintzendorf	11,78	3,59	0,42	
„	7. Lankenau, Stellenfelde . . .	13,85	2,56	0,35	

Geerntet im Jahre	Herkunft	Trockensubstanz in der frischen Masse %	Stickstoff in der Trockensubstanz %	Stickstoff in der frischen Masse %	Bemerkungen.
	4. Serradella.				
1892	1. H. Wehlers, Giersdorf . . .	18,31	2,92	0,53	
„	2. Gr.-Fullener Versuchs-Wirtschaft	12,76	3,25	0,41	
„	3. Hesepertwister Vers.-Wirtsch. .	16,39	3,29	0,54	
1895	4. F. Behling, Stellenfelde . . .	13,05	2,85	0,39	
„	5. Kedenburg	14,24	2,96	0,42	
1893	6. Provinzial-Moor	10,08	3,67	0,40	
	5. Peluschke.				
1892	1. Stegmann, Schanzendorf . . .	10,61	5,02	0,53	
„	2. Lankenau, Stellenfelde . . .	16,82	4,68	0,79	
„	3. H. Bremer, Giersdorf	14,84	5,00	0,74	
	6. Bohnen.				
1892	1. Stegmann, Schanzendorf . . .	10,48	4,10	0,43	
	7. Raps.				
1892	1. Stegmann, Schanzendorf . . .	11,54	3,18	0,37	
„	2. Gellner, Giersdorf	14,02	2,92	0,41	
„	3. Fricke, Schanzendorf	13,35	3,14	0,42	
„	4. Lankenau, Stellenfelde . . .	11,87	4,44	0,53	
	8. Weisser Senf.				
1894	1. J. Behling, Stellenfelde . . .	16,91	2,21	0,37	
„	2. Erasmy, Hintzendorf	16,76	2,01	0,34	
„	3. Lankenau, Stellenfelde . . .	17,73	2,66	0,47	

Aus den Tabellen ist im allgemeinen zu ersehen, dass die auf Hochmoorboden gewachsenen, zu Gründüngungszwecken Verwendung findenden Pflanzen in ihren Trockensubstanz- und Stickstoffgehalten kaum von den auf Mineralboden angebauten abweichen.

Die Schwankungen in der Zusammensetzung, die wir auftreten sehen, haben ihren Grund in den verschiedenen Standortsverhältnissen und in der Jahreswitterung.

Für den Stickstoffgehalt der Leguminosen spielt ganz besonders der Gehalt des Bodens an zur Symbiose geeigneten Bakterien eine ausschlaggebende Rolle, häufig eine ausschlaggebendere als das Entwickelungsstadium, in dem die Pflanzen geerntet wurden. Je früher diese Gewächse kräftige Wurzelknöllchen bilden, um so mehr und um so stickstoffreichere Pflanzensubstanz erzeugen sie; selbstverständlich sehen wir hierbei von dem Falle ab, dass der Boden den Pflanzen hinlängliche Mengen von Stickstoffverbindungen zur Verfügung stellen kann, ein Fall der auf der in Frage kommenden Bodenart beim Anbau von Gründüngungsgewächsen nur auf

altem, stark angereicherten Kulturland vorzuliegen pflegt. Wie sehr die auf solchem Boden gewachsene Pflanzenmasse, der nicht oder nicht ausreichend die der betreffenden Leguminosenart angepassten Bakterien enthält, hinter der auf regelrecht geimpftem Boden erzeugten zurücksteht, zeigen in den vorstehenden Zusammenstellungen die Analysen 7 und 8 unter Blaue Lupinen. Es handelt sich hier um Pflanzen, die auf einer Parzelle gewachsen waren, von der der eine Teil geimpft, der andere nicht geimpft worden war.

Der Einfluss der Witterung macht sich bei den Lupinen- und Serradella-Pflanzen des Jahres 1892 bemerklich, dieselben zeigen fast durchweg einen recht hohen Gehalt an Trockensubstanz. Die meisten unserer Gründüngungspflanzen haben es in diesem ganz ungewöhnlich trockenen Jahre zu keiner hervorragenden Entwickelung gebracht.

B. Gelbe Lupinen, Serradella und weisser Senf auf leichtem Sandboden nach verschiedener Kalkung und Impfung des Bodens.

Die hier zu besprechenden Gründüngungspflanzen waren im Jahre 1894 in der Gemarkung *Grambke* bei Bremen auf einem sehr leichten, armen Diluvialsande gewachsen; sie wurden auf einer Reihe von Parzellen als Hauptfrucht angebaut, von denen jede 100 Quadratmeter gross war. Sämtliche Parzellen erhielten eine gleichmässige Grunddüngung mit Thomasschlacke und Kainit, und zwar wurden für das Hektar 100 *kg* Phosphorsäure und 150 *kg* Kali verabreicht. Die ausserdem gegebenen Mengen von gebranntem Kalk, Seeschlick und Impferde sind in Tabelle 2 verzeichnet.

Das an Niederschlägen aussergewöhnlich reiche Jahr war der Entwickelung der Gründüngungsgewächse nicht ungünstig; zu Beginn ihrer Entwickelung hatten sie allerdings etwas unter Trockenheit zu leiden. Die Versuche in der Gemarkung Grambke verfolgten, wie hier nebenher bemerkt werden mag, den Zweck, die für den dortigen Boden am meisten geeigneten Gründüngungspflanzen ausfindig zu machen; am besten haben sich *Lupinen* und *Serradella* bewährt, der in den Zusammenstellungen mit aufgeführte *weisse Senf* gar nicht.

Die folgenden Tabellen zeigen die Zusammensetzung der genannten 3 Pflanzenarten und ferner auch die Erträge an Masse und Stickstoff auf einer Fläche von einem Hektar.

Der weisse Senf wurde am 14. Juni gegen Ende der Blüte untergepflügt. Die Pflanzen hatten es, da es ihnen an Stickstoffnahrung fehlte, zu einem nur unbedeutenden Massenertrage gebracht. Die Unterbringung der Lupinen und Serradella erfolgte am 23. August gleichfalls gegen Ende der Blüteperiode, also zu einer Zeit, wo die Pflanzenmasse eine sehr grosse, die Stickstoffsammlung eine reiche und die Pflanzensubstanz noch nicht strohig geworden war. An denselben Tagen wurden auch Proben für die Analyse genommen.

Tabelle 1.

Auf sehr leichtem, diluvialem Sandboden, in der Gemarkung Grambke bei Bremen gewachsene Gründüngungspflanzen.

Weisser Senf.

Jahr		Trockensubstanz in der frischen Masse %	Stickstoff in der Trockensubstanz %	Stickstoff in der frischen Masse %
1894	Parzelle 3 + 17	26,29	1,88	0,49
"	" 8 + 22	27,63	1,70	0,47
	Gelbe Lupinen.			
1894	Parzelle 2 + 16	12,62	3,19	0,40
"	" 5 + 19	13,15	3,12	0,41
"	" 7 + 21	12,87	2,97	0,38
"	" 10 + 24	13,94	2,95	0,41
"	" 12 + 26	12,35	2,99	0,37
	Serradella.			
1894	Parzelle 1 + 15	18,39	2,84	0,52
"	" 4 + 18	19,89	2,94	0,58
"	" 6 + 20	19,20	2,62	0,50
"	" 9 + 23	18,28	2,97	0,54
"	" 11 + 25	21,74	2,66	0,58

Tabelle 2.

Weisser Senf.

	Zufuhr von Kalk, Seeschlick oder Impferde pro *ha*	Frische Erntemasse pro *ha* *kg*	Frische Erntemasse pro *ha* Mittel *kg*	Trockene Erntemasse pro *ha* *kg*	Stickstoff in den Pflanzen pro *ha* *kg*
Parzelle 3 " 17	0	540 650	595	156,4	**2,9**
Parzelle 8 " 22	3000 *kg* CaO	985 1 075	1 030	284,6	**4,8**
	Gelbe Lupinen.				
Parzelle 2 " 16	0	25 100 33 400	29 250	3691,3	**117,8**
Parzelle 5 " 19	2000 *kg* CaO	34 700 32 700	33 700	4431,6	**138,3**
Parzelle 7 " 21	3000 *kg* CaO	33 500 40 500	37 000	4762,0	**141,4**
Parzelle 10 " 24	3000 *kg* CaO, 20 000 *kg* Seeschlick 3000 " " 5000 " "	36 500 29 000	32 750	4565,4	**134,7**
Parzelle 12 " 26	3000 *kg* CaO, 4000 *kg* Impferde	31 300 32 000	31 650	3908,8	**116,9**

Serradella.

	Zufuhr von Kalk, Seeschlick oder Impferde pro *ha*	Frische Erntemasse pro *ha* *kg*	Frische Erntemasse pro *ha* Mittel *kg*	Trockene Erntemasse pro *ha* *kg*	Stickstoff in den Pflanzen pro *ha* *kg*
Parzelle 1 „ 15	0	17 500 11 800	14 650	2694,1	76,5
Parzelle 4 „ 18	2000 *kg* CaO	18 000 15 550	16 775	3336,5	97,1
Parzelle 6 „ 20	3000 *kg* CaO	18 350 16 250	17 300	3321,6	87,0
Parzelle 9 „ 23	3000 *kg* CaO, 20 000 *kg* Seeschlick 3000 „ „ 5000 „ „	17 750 18 250	18 000	3290,0	97,7
Parzelle 11 „ 25	3000 *kg* CaO, 4000 *kg* Impferde	14 750 16 250	15 500	3370,0	89,7

Der *weisse Senf* (Tabelle 1) weicht in seiner Zusammensetzung etwas von der normalen ab; neben einem ziemlich hohen Trockensubstanzgehalt weist er einen verhältnismässig geringen Gehalt an Stickstoff auf. Ganz augenscheinlich hatten die Pflanzen sowohl auf den gekalkten wie nichtgekalkten Parzellen Stickstoffhunger gelitten, was auch auf dem sehr humusarmen Sandboden nicht weiter auffallen kann.

Lupinen und Serradella dagegen zeigen durchweg normale Zusammensetzung. Von der auf Moorboden gewachsenen Serradella unterscheidet sich die vom Sandboden durch ihren im Durchschnitt höheren Trockensubstanzgehalt.

Einen Einfluss der Kalkung und der Zuführung von Seeschlick oder Impferde auf die Zusammensetzung können wir in keinem Falle feststellen, es hat sich vielmehr ganz im Gegenteil überall eine geradezu auffallende Gleichmässigkeit gezeigt.

Ein Einfluss der Kalkung zeigt sich jedoch sehr deutlich in den Erträgen an Pflanzensubstanz und Stickstoff (Tabelle 2), und zwar tritt derselbe sowohl beim weissen Senf wie bei den Leguminosen hervor.

Beim weissen Senf hat die Kalkung des Bodens zwar eine deutliche Wirkung ausgeübt, wohl wesentlich dadurch, dass sie einen grösseren Teil des Bodenstickstoffs den Pflanzen zugänglich machte, bei der ausserordentlichen Armut des Bodens an Humus konnte aber diese Wirkung, wie auch die Zahlenangaben zeigen, nicht sehr bedeutend ausfallen.

Eine beträchtliche Steigerung der Erträge hat die Kalkung sowohl bei Lupinen wie bei Serradella im Gefolge gehabt. Bei den in Frage kommenden Mehrerträgen ist an eine Stickstoffwirkung des Bodenstickstoffs nach der Kalkung nicht zu denken, dieselben sind vielmehr augenscheinlich hervorgerufen durch die Befriedigung des Kalkbedürfnisses der Pflanzen. Auffallend ist dabei, dass bei den Lupinen, die als sehr empfindlich gegen

hohe Kalkgaben gelten, selbst bei einer Kalkzufuhr von 3000 *kg* gebranntem Kalk pro Hektar (15 Ctr. pro Morgen) auf dem hoch gelegenen trocknen und leichten Alluvialsandboden, nicht eine Beeinträchtigung des Wachstums, sondern sogar noch eine Steigerung des Ertrages eingetreten ist. Es lehrt also dieser Versuch, dass die Empfindlichkeit der Lupinen sich nicht unter allen Umständen zeigt und dass es auf *sehr kalkarmem* Sandboden häufig geraten sein dürfte, nicht zu ängstlich mit der Kalkung zu sein, auch wenn man die Kultur desselben auf den Anbau von Gründüngungslupinen basieren will.

Seeschlick und Impferde haben weder bei Lupinen noch bei Serradella eine merkbare Wirkung geäussert. Offenbar waren im Boden, wie auch die Knöllchenbildung an den Wurzeln beider Pflanzenarten bestätigte, ausreichende Mengen von geeigneten Bakterien vorhanden, so dass eine Impfung ohne Erfolg bleiben musste. Der Seeschlick soll nicht allein zur Bodenimpfung dienen, sondern er soll in erster Linie die physikalischen Eigenschaften des leichten Sandbodens günstig beeinflussen und demselben direkt Pflanzennährstoffe zuführen. Aber selbst bei den hohen Seeschlickgaben ist bei den Versuchspflanzen kein bemerkbarer Einfluss hervorgetreten, was darauf zurückgeführt werden kann, dass die verabreichte Düngung völlig ausreichend bemessen war.

C. Über die in den oberirdischen Teilen und Wurzeln von Serradella und Lupinen enthaltenen Mengen von organischer Substanz und von Stickstoff.

Durch die Untersuchungen sollten Anhaltspunkte dafür gewonnen werden, wie gross die Mengen von organischer Substanz und von Stickstoff sind, die durch die Wurzelsubstanz von auf Hochmoor gewachsenen Gründüngungspflanzen dem Boden einverleibt werden; sie sollten weiterhin zeigen, wie sich die Mengen dieser Stoffe in den Wurzeln zu den in der oberirdischen Pflanzenmasse gewonnenen verhalten, und wie eine Impfung des Bodens diese Verhältnisse beeinflusst, zumal die Tiefe der den Wurzeln zur Verfügung stehenden Schicht auf Hochmoorböden verhältnismässig gering ist (s. Feldversuche).

In der Tabelle sind die Resultate der Untersuchung von Pflanzen verzeichnet, die zum Teil in Vegetationsgefässen unter Nachahmung der natürlichen Bodenlagerung, zum Teil im freien Felde gewachsen waren. In der Mehrzahl der Fälle war die Serradella als Versuchsobjekt gewählt und nur in einem Falle ist eine Lupinenart in gleicher Richtung untersucht worden. Die Pflanzen wurden für die Untersuchung mit dem Boden ausgehoben; eine sorgfältige Trennung der Wurzelmassen von anhängenden Bodenbestandteilen erfolgte im Laboratorium der Station. Verluste an Wurzelsubstanz waren dabei natürlich nicht vollständig zu vermeiden, dieselben sind jedoch recht unbedeutende und keineswegs imstande, nennenswerte Fehler hervorzurufen.

Die Düngung sämtlicher zu den Versuchen dienenden Gewächse mit mineralischen Nährstoffen war eine völlig ausreichende. Die Ernte erfolgte, als die Pflanzen in voller Blüte standen.

Die Ergebnisse der Untersuchungen zeigt die nachfolgende Tabelle.

(Siehe Tabelle Seite 523.)

Aus der Zusammenstellung ist zu ersehen, dass die oberirdische Masse aller auf geimpftem Boden gewachsenen Pflanzen — auch die Äcker bei Behling, Kedenburg und Stegmann waren vor der Einsaat der Gründüngungspflanzen mit Impferde versehen worden — völlig normalen Stickstoffgehalt besitzt. Dagegen ist der Stickstoffgehalt der oberirdischen Substanz bei den ohne Impfung gebliebenen Serradellapflanzen ein wesentlich geringerer; eine Erscheinung, die sich bekanntlich sehr regelmässig bei Leguminosen zeigt, die nicht mit Bakterien in Symbiose getreten sind. Ganz analog liegen die Verhältnisse bei der Wurzelsubstanz. Die mit Knöllchen reich besetzten Wurzeln der Pflanzen von geimpftem Boden sind prozentisch ausserordentlich reich an Stickstoff, die fast knöllchenfreien Wurzeln der Serradella von den ungeimpft gebliebenen Kübeln No. 11 und 12 sind ganz wesentlich ärmer daran gewesen.

Wie die Anmerkungen ausweisen, ist auch bei der Serradella auf den nichtgeimpften Kübeln das Auftreten einzelner Knöllchen beobachtet worden. Dieselben fanden sich aber in allen Fällen nur an den Wandungen der Gefässe, wo eine Infektion, — da ohne weitere Kautelen gearbeitet wurde, — nicht völlig zu vermeiden war.

Was nun das Verhältnis der Wurzelmassen zu den Mengen der oberirdisch erzeugten Pflanzensubstanz betrifft, so fällt es auf, dass sich dasselbe bei den Gefässversuchen sehr ungünstig stellt, ganz wesentlich ungünstiger als bei den im freien Felde gewachsenen Pflanzen. Es findet diese Erscheinung wohl in der Thatsache ihre Erklärung, dass in dem Gefäss die Vegetationsverhältnisse andere sind, ohne dass die Ursachen der verschiedenen Wurzelausbildung völlig zu übersehen wären.

Am geringsten ist die Wurzelmasse bei den auf den ungeimpften Kübeln gewachsenen Serradellapflanzen gewesen, was hauptsächlich dem Mangel an Knöllchen zuzuschreiben ist; dementsprechend ist auch das Verhältnis von Wurzelsubstanz zu oberirdischer Masse, ebenso wie das der Stickstoffgehalte beider Bestandteile, ein sehr weites.

Die untersuchte blaue Lupine weicht in ihrer Bewurzelung ziemlich beträchtlich von der Serradella ab. Sie besitzt eine sehr kräftige Pfahlwurzel und liefert demgemäss beträchtlich mehr, aber auch stickstoffärmere organische Substanz wie jene. Diese Unterschiede kommen sehr deutlich auch in den Verhältniszahlen zum Ausdruck. Ebenso wie bei der blauen Lupine liegen die Verhältnisse bei den anderen Lupinenarten, so dass dieselbe wohl als typischer Vertreter der ganzen Gruppe gelten kann.

Eine Berechnung der Stickstoffmengen, die auf Hochmoor dem Boden durch die Wurzelmassen guter Bestände von Serradella und Lupinen zu-

1. Serradella-Pflanzen von Vegetations-Versuchen.

	Oberirdische Pflanzenteile:					*Wurzeln:*								
	Frische Masse	Trockne Masse	Trockensubstanz in der frischen Masse	Stickstoff in der frischen Masse	Stickstoff in der trocknen Masse	Frische Masse	Trockne Masse	Trockensubstanz in der frischen Masse	Stickstoff in der frischen Masse	Stickstoff in der trocknen Masse	Wurzel-Trockensubstanz in % der oberirdischen Masse	Wurzel-N in % des N der oberirdischen Masse	Verhältnis der trocknen Wurzeln zur trocknen oberirdischen Masse	Verhältnis des Wurzel-N zum N der oberirdischen Masse
	g	*g*	%	%	%	*g*	*g*	%	%	%				
1. Kübel 9, *geimpft* . .	416	46,61	11,20	0,322	2,88	17,4	3,49	20,00	0,791	3,957	7,49	10,3	1:14,5	1:12,4
2. „ 10, desgl. . . .	270	26,94	9,98	0,291	2,92	7,1	1,60	22,54	0,653	2,895	5,94	5,85		
3. „ 11, *nicht geimpft*	319	35,04	10,98	0,238	2,171	5,1	1,52	29,80	0,502	1,685	4,34	3,35	1:20,9	1:23,0
4. „ 12, desgl. . . .	335	34,27	10,23	0,195	1,902	6,5	1,79	27,54	0,478	1,737	4,34	4,76		
Herkunft:	**2. Serradella-Pflanzen vom Hochmooracker. 1895.**													
5. F. Behling, Stellenfelde	1062	138,57	13,05	0,385	2,854	95,0	16,30	17,16	0,670	3,908	11,6	16,1	1: 8,5	1: 6,2
6. Kedenburg	1198	170,65	14,24	0,421	2,955	94,0	20,04	21,32	0,746	3,501	11,7	13,9	1: 8,5	1: 7,2
	3. Blaue Lupinen vom Hochmooracker. 1895.													
7. Stegmann, Schanzendorf	519	92,17	17,76	0,501	2,823	100,9	16,94	16,79	0,353	2,100	18,4	13,6	1: 5,4	1: 7,4

Anmerkungen:

1. *Kübel 9.* Geerntet am 12. Juli 1894. Der Bestand des Kübels war ein sehr üppiger; die Pflanzen waren intensiv grün. An den Wurzeln befanden sich sehr viele grosse Knöllchen.

2. *Kübel 10.* Gleichfalls am 12. Juli 1894 geerntet. Die gleichfalls intensiv grünen Pflanzen waren bedeutend weniger üppig gewachsen als die auf Kübel 9. Die Wurzeln wiesen einen sehr reichen Knöllchenbesatz auf, die Knöllchen waren aber kleiner als bei Kübel 9.

3. *Kübel 11.* Ernte am 13. Juli 1894. Die Pflanzen zeigten eine gelblich-grüne Färbung, waren aber durchaus nicht schwächlich. Die Wurzeln waren im allgemeinen frei von Knöllchen, einige wenige fanden sich an den Gefässwandungen (3 Knöllchen gezählt).

4. *Kübel 12.* Ernte am 13. Juli 1894. Im allgemeinen wie Kübel 11. Es wurden 6 Knöllchen gezählt.

5. *Serradella* von F. Behling. Ernte am 19. Oktober 1895. Ungemein kräftig entwickelte, intensiv grüne, ca. 60 *cm* lange Pflanzen. Sehr reich, besonders an der Hauptwurzel, mit grossen Knöllchen besetzt.

6. *Serradella* von Kedenburg. Geerntet am 19. Oktober 1895. Die Pflanzen waren beinahe noch üppiger als die vorigen. Die sehr zahlreichen und grossen Knöllchen traten mehr an den Nebenwurzeln als an der Hauptwurzel auf.

7. *Blaue Lupinen* von Stegmann (Nachsaat nach Roggen). Geerntet am 26. November 1895. Kräftige 70 *cm* lange Pflanzen. Die Knöllchen waren recht gross, traten meist an den Nebenwurzeln, nur bei wenigen Pflanzen regelrecht an der Pfahlwurzel auf.

fliessen, ergiebt das Folgende. Nehmen wir an, dass die Serradella in ihrer oberirdischen Masse 100 *kg* Stickstoff pro Hektar enthält, was auf einem Hochmooracker, bei guter Entwickelung der Pflanze, nichts aussergewöhnliches ist, so würden nach unseren Ermittelungen etwa 15 *kg* Stickstoff in den Wurzeln vorhanden sein.

Ein Lupinenbestand mit 140 *kg* Stickstoff in der oberirdischen Pflanzensubstanz würde dem Boden durch seine Wurzelmassen etwa 20 *kg* Stickstoff zuführen.

Es ist nicht zweifelhaft, dass diese Zahlen sich wesentlich verschieben werden, wenn durch Entsäuerung des Untergrundes für die Gründüngungspflanzen ein tieferes Wurzelbett geschaffen und dadurch die Entwickelung der Wurzeln wesentlich begünstigt wird.

X. Über die Veränderungen des Hochmoorbodens in Oberfläche und tieferer Schicht durch Kultur und Düngung.

Nach Untersuchungen von G. Schliebs und H. Minssen.

Bericht von H. Minssen.

In den vorhergehenden Abschnitten sind die eigentümlichen Bodenverhältnisse des Kulturlandes auf Hochmoor, die Wirkungen derselben auf die Bewurzelung der angebauten Gewächse und die sich aus denselben ergebenden Folgerungen für die zweckmässige Art der Düngung eingehend geschildert worden.[1])

Die für die nachfolgenden Untersuchungen und Erörterungen wesentlichen Punkte mögen hier kurz noch einmal hervorgehoben werden.

Die Hochmooräcker und Wiesen besitzen eine mehr oder weniger humifizierte Oberflächenschicht von wechselnder Stärke, die durch Kultur und Düngung stark entsäuert ist und das eigentliche Wurzelbett für die Gewächse auf Hochmoorboden darstellt. Ihre Stärke ist in der Regel nicht gross, übersteigt selten 25 *cm* und ist meist viel geringer. Darunter lagert nahezu völlig unzersetzter faseriger und stark saurer Moostorf, in den die Wurzeln der Kulturgewächse für gewöhnlich nicht eindringen. Erst wenn die Humussäuren durch die neuerdings mit Erfolg angewendete Kalkung des Untergrundes z. T. neutralisiert sind, breiten die Acker- und Wiesenpflanzen ihre Wurzeln im Untergrund aus. Alle Pflanzennährstoffe, die aus der Oberflächenschicht in den sauren Untergrund gelangen, sind daher für die Pflanzenernährung verloren.

Die Gefahr, dass auf diese Weise wertvolle Pflanzennährstoffe in Verlust geraten, wird gesteigert dadurch, dass die Absorptionsfähigkeit des Hochmoorbodens für wichtige Pflanzennährstoffe verhältnismässig gering ist, namentlich in solchen Böden, die, wie die neukultivierten und wenig zersetzten, noch sehr wenig mit Substanzen in der Oberflächenschicht angereichert sind, die die Absorptionsfähigkeit des Bodens erhöhen.

Ein besonderes Interesse bot es daher, diese Vorgänge und besonders die Wanderung wichtiger Pflanzennährstoffe in tiefere Bodenschichten unter natürlichen Verhältnissen zu verfolgen und gleichzeitig damit die Veränderungen zu untersuchen, die die Oberflächenschicht in ihrer chemischen

[1]) Siehe den Bericht über die Feld- und Wiesenversuche der Moor-Versuchs-Stat. S. 140.

Zusammensetzung durch Kultur und Düngung erleidet, um so mehr, da eine solche Untersuchung eine wertvolle Ergänzung der Studien über die Sickerwässer aus Moorboden (s. S. 349) bildet. Auch durfte man hoffen, auf diese Weise zahlenmässigen Aufschluss über die Grösse der Nährstoffverluste aus der Oberfläche unter natürlichen Verhältnissen zu gewinnen.

Ein vorzügliches Objekt für solche Untersuchungen war eine Reihe von Feldversuchen der Moor-Versuchs-Station, die zum Teil von M. Fleischer, zum Teil von Br. Tacke eingeleitet sind, und die Ermittlung der Wirkungsweise verschiedener Düngemittel, insbesondere kali- und phosphorsäurehaltiger, in verschiedener Menge auf verschiedenen Hochmoorbodenformen bezweckten. Durch Untersuchung von Durchschnittsbodenproben aus der Oberfläche und dem Untergrund der einseitig oder verschieden stark gedüngten Versuchsparzellen musste sich eine Vorstellung darüber erlangen lassen, inwieweit die Zusammensetzung der Oberfläche und des Untergrundes durch die Düngerzufuhr zur Oberfläche verändert, wie weit ein Versinken der der Oberfläche zugeführten Nährstoffe eingetreten ist. Proben aus dem Untergrund der von uns zu untersuchenden Parzellen sind vor Beginn der Versuche leider nicht analysiert worden. Trotzdem ist es möglich, die Veränderung in der Zusammensetzung des Untergrundes zu ermitteln durch Vergleichung der Zusammensetzung der einseitig gedüngten, also z. B. ohne Kali oder ohne Phosphorsäure gebliebenen Parzellen mit den vollständig gedüngten. Die Zersetzungs- und Absorptionsvorgänge in der Oberflächenschicht der einseitig gedüngten, z. B. der nicht mit Kali versehenen Parzellen werden allerdings auch durch die übrige Düngung, durch Kalk, Phosphat und Chilisalpeter beeinflusst. Dasselbe tritt jedoch wahrscheinlich auch in annähernd gleicher Weise auf den vollgedüngten Parzellen ein, so dass die Unterschiede, die sich zwischen den verschieden behandelten Parzellen ergeben, als Wirkung der Differenzdüngung anzusehen sind.

Ursprünglich erstreckten sich die Untersuchungen nur auf Ackerböden, später wurden auch als Wiesen genutzte Flächen mit herangezogen.

Bei den Hochmooräckern geschah die Probenahme im August 1895 in der Weise, dass aus der Oberflächenschicht an verschiedenen Stellen der 1 *a* grossen Parzellen und weiter ebenso aus dem Untergrund auf eine Tiefe von 15 *cm* Durchschnittsproben genommen wurden. Betreffs der Zuverlässigkeit des Verfahrens vergl. die Kontrollbestimmungen, die in der Abhandlung über die Anstellung von Feldversuchen auf Hochmoorböden von Br. Tacke mitgeteilt wurden (s. S. 420). Die so erhaltenen Durchschnittsproben wurden nach der an der Moor-Versuchs-Station üblichen Methode zur Analyse vorbereitet, d. h. nach der äusseren Beschaffenheit charakterisiert, sorgfältig gemischt und nach Bestimmung des Volumgewichts getrocknet und gleichmässig fein gemahlen. In dem völlig homogenen Material wurden Kalk, Kali, Phosphorsäure und Stickstoff ermittelt und die Resultate sowohl prozentisch auf Trockensubstanz, als auch unter Benutzung der gefundenen Volumgewichte auf die frische Masse in natürlichem Zustande berechnet. In letzterem Falle geben die gefundenen Zahlen in Kilogramm

die Mengen der einzelnen Pflanzennährstoffe für 1 *ha* an, und zwar in der Oberfläche, als auch in der darauf folgenden tieferen Schicht von jedesmal 15 *cm* Stärke. Die *absoluten* Zahlen sind, um einen Vergleich zwischen verschiedenen Parzellen zu ermöglichen, auf Schichten gleicher Stärke berechnet. Thatsächlich betrug die Mächtigkeit der Oberflächenschicht durchschnittlich 17 *cm*, mit Schwankungen im einzelnen bis zu 3 *cm* nach oben oder unten.

Die Veränderungen in der chemischen Zusammensetzung der Oberflächenschicht und indirekt der tieferen Bodenschicht sind abhängig:

1. Von der Stärke und Beschaffenheit der der Oberflächenschicht zugeführten Düngung.
2. Von der Grösse der Entnahme von Pflanzennährstoffen durch die angebauten Pflanzen.
3. Von der Schnelligkeit, mit der der nicht verwendete Rest der zugeführten Pflanzennährstoffe aus der Oberfläche verschwindet.

Die Entwickelung der Pflanzen wird wesentlich beeinflusst durch die vollkommnere und weniger vollkommene Düngung und damit die Menge der von den Pflanzen benötigten Nährstoffe. Nach dem Gesetze des Minimums wird die Grösse der Pflanzenproduktion bestimmt von dem Nährstoff, der im geringsten Masse vorhanden ist. Bei einer hierdurch beschränkten Entwickelung ist die Aufnahme auch der übrigen Pflanzennährstoffe, selbst wenn diese in grossem Überschuss vorhanden sind, nur bis zu einem bestimmten Grade möglich. In dem Masse, wie diese nicht ausgenutzt werden können, müssen sie sich bei alljährlich wiederkehrender Zufuhr in der Oberfläche anhäufen und, wenn sie löslich sind, in verstärktem Masse in den Untergrund gelangen.

Wir kommen jetzt zur Besprechung der einzelnen Versuchsfelder.

Feld No. 34 bei Tanke in Hintzendorf bei Langwedel (Hellweger Moor).

Das Versuchsfeld war in 32 Parzellen zu 1 *a* Grösse geteilt. Vor Beginn des Düngungsversuches war Parzelle 1—16 durch Brandkultur ausgenutzt, Parzelle 20—32 mit Heide bestanden und während langer Zeit nicht gebrannt. Die Düngungsversuche begannen im Herbst 1890. Die einzelnen Parzellen erhielten 4579 *kg* Kreide von Hertha auf Rügen, entsprechend ca. 2400 *kg* gebranntem Kalk (CaO).

Zweck des Düngungsversuchs war die Ermittelung der Wirkung von Kali und Phosphorsäure in Form von Kainit und Thomasmehl in verschiedener Menge auf nichtgebranntem und gebranntem Hochmoorboden.

Zu dem Zwecke erhielten einige Parzellen alljährlich keinen Kainit, sondern nur Thomasmehl, andere neben Thomasmehl verschiedene Mengen von Kainit, eine Reihe nur Kainit, eine andere Kainit und verschiedene Mengen von Thomasmehl. Gleichmässig wurden sämtliche Parzellen im Anfang mit Kalk und alljährlich pro *ha* mit 45—60 *kg* Chilisalpeter gedüngt. Die Entnahme der Proben geschah im August 1895, der Versuch erstreckt sich bis dahin über 5 Jahre.

Bei der Vorbereitung der Proben zur Analyse wurden dieselben folgendermassen charakterisiert:

Feld No. 34 bei Tanke-*Hintzendorf.* Die Oberflächenproben sind dunkelbraun, für Hochmoor gut zersetzt und grösstenteils krümelig, mit einzelnen noch weniger zersetzten Moostorfknollen durchmischt. Die tieferen Schichten bestehen aus hellbraunem, schlecht zersetztem Moostorf mit mehr oder weniger Eriophorumresten.

Parzelle 2 und 11 enthalten in der Oberflächenschicht einzelne Mergelbrocken, in den tieferen Schichten ziemlich viel Eriophorumreste.

Parzelle 4 und 9. Die Oberflächenschicht ist etwas schlechter zersetzt als auf Parzelle 17 und 28 und enthält etwas Mergel.

Parzelle 19 und 30. Die Oberflächenschicht ist gut zersetzt.

Parzelle 6 und 15. Die Oberflächenschicht ist bei weitem nicht so gut zersetzt wie auf Parzelle 19 und 30.

Parzelle 8 und 13. Die Oberflächenschicht enthält etwas schlechter zersetzten Moostorf.

Parzelle 21 und 32. Die Oberflächenschicht ist wie auf Parzelle 17 und 28 zersetzt, enthält sehr wenig Mergel.

Parzelle 24 und 29. Die Oberflächenschicht ist gut zersetzt.

Parzelle 23 und 26. Die Oberflächenschicht enthält ziemlich viel stark zersetzte Eriophorumreste und Mergelbrocken.

Parzelle 17 und 28. Die Oberflächenschicht zeigt sich besser als auf Parzelle 6 und 15, schlechter als auf Parzelle 19 und 30 zersetzt. Mergelbrocken sind noch erkennbar.

Parzelle 20 und 25. Die Oberflächenschicht ist gut zersetzt.

Der Kalkgehalt (vergl. die Tabellen am Schluss der Abhandlung) der einzelnen Parzellen zeigt grosse Verschiedenheiten. In der Oberfläche besitzen sowohl die gebrannten wie die nichtgebrannten Stücke ein Kalkmaximum, sowohl prozentisch wie der absoluten Menge nach in den wohl mit Thomasschlacke, nicht dagegen mit Kali (Kainit) gedüngten Flächen, die entsprechenden tieferen Schichten dagegen sind verhältnismässig kalkarm. Auffallend niedrige Zahlen für Kalk ergaben die einander entsprechenden Parzellen 6, 15, 23 und 26 der Oberfläche. Dieselben waren reichlich mit Kali, nicht mit Thomasmehl gedüngt, woraus sich allerdings zum Teil der geringe Kalkgehalt erklärt. Alle übrigen Parzellen erhielten eine Thomasmehldüngung im Betrage bis zu 600 *kg* pro *ha*, in der ihnen etwa 300 *kg* Kalk alljährlich zugeführt wurden. Denselben niedrigen Gehalt an Kalk finden wir später wieder bei Feld 2, Fr. Behling, Parzellen 6, 21 und 35 der Oberfläche und bei Feld 25, J. Lankenau, Parzellen 7, 15 und 40. Zum grössten Teil jedoch ist wahrscheinlich die Kalkarmut dieser Parzellen auf die kalklösende Wirkung der Kalisalze zurückzuführen,[1]) die um so mehr zur Geltung kam, da aus Mangel an aufnehmbarer Phosphorsäure die

[1]) Siehe die Untersuchungen über die Zusammensetzung der Sickerwässer aus Moorboden Seite 390.

Pflanzen nur wenig zur Entwicklung kommen, sie mithin auch das vorhandene Kali nur in geringem Masse ausnutzen konnten. Betreffs der Ausnutzung des Bodens durch die Ernte bei einseitiger und vollständiger Düngung vergleiche die Feldversuche der Moor-Versuchs-Station.

Auf den nicht mit Kali gedüngten Parzellen ist der Verlust an Kalk aus der Oberflächenschicht sehr viel geringer gewesen und im allgemeinen auch dementsprechend die Anreicherung der tieferen Schicht mit Kalk kleiner, als bei den mit Kali gedüngten Parzellen. Ursprünglich waren allen Parzellen pro *ha* ca. 2400 *kg* Kalk gegeben; selbst wenn die Oberflächenschicht ursprünglich völlig kalkfrei gewesen wäre, was nicht der Fall ist, wäre auf den bezeichneten Parzellen (6 und 15) schon ein bedeutender Verlust an Kalk zu konstatieren.

Was den Kaligehalt betrifft, so zeigen die oberen Schichten schwankende Verhältnisse, bald ist hier das gebrannte, bald das ungebrannte Moor kalireicher. Noch grössere Unterschiede zeigen die tieferen Schichten, die gebrannten Parzellen überragen im Kaligehalt bei ansteigender Kalidüngung die ungebrannten, diese im Kaligehalt bei ansteigender Phosphorsäuredüngung die gebrannten Parzellen. Überaus reich an Kali waren die tieferen Schichten der einander in der Düngung entsprechenden Parzellen 6, 15, 23 und 26. Das Kali ging verloren, weil die Pflanzen aus Mangel an Phosphorsäure sich nicht genügend entwickeln und folglich das Kali nicht ausnutzen konnten. Die oberste Moostorfschicht von 15—30 *cm* enthielt allein mehr Kali, als in einem Jahre als Kalidünger diesen Flächen zugeführt wurde, und Untersuchungen der noch tieferen Moostorfschichten würden jedenfalls noch bedeutende Kalimengen ergeben haben, da der Moostorf nur eine verhältnismässig geringe Absorptionsfähigkeit für leichtlösliche Salze besitzt. In Oberfläche und tieferer Schicht finden wir also eine deutliche Anreicherung mit Kali, stellenweise sogar um den Betrag einer $1^1/_2$fachen Jahresdüngung.

Die Oberflächenschichten zeigen eine grosse Verschiedenheit im Phosphorsäuregehalt. Im allgemeinen waren die nichtgebrannten Parzellen phosphorsäurereicher als die gebrannten. Durchweg war die Anreicherung mit Phosphorsäure um so grösser, je stärker die Phosphorsäuredüngung, je schwächer die Kalidüngung war. Diese Erscheinung findet sich gleichmässig bei den gebrannten und den ungebrannten Parzellen, wie besonders Parzellen 8 und 11 und Parzellen 19 und 30 zeigen. Wie die Oberflächenschichten, zeigen auch die oberen Moostorfschichten grosse Verschiedenheiten im Phosphorsäuregehalt. Die Beeinflussung desselben durch die angewandte Düngung ist nicht zu verkennen. Während aber die nichtgebrannten Parzellen in der Oberflächenschicht auf den mit gleichen Mengen Phosphorsäure und mit verschiedenen Mengen Kali gedüngten Parzellen die gebrannten im Phosphorsäuregehalt übertreffen, finden wir bei den zugehörigen tieferen Schichten im ganzen umgekehrte Verhältnisse. Hier sind die tieferen Schichten der nichtgebrannten Flächen phosphorsäureärmer, als die tieferen Schichten der gebrannten Parzellen. Dagegen zeigen die tieferen Schichten der stark mit Kali einerseits, mit Phosphorsäure in

verschiedenen Mengen andererseits gedüngten Parzellen im Verhältnis zu ihren Oberflächenschichten insofern eine Übereinstimmung, als die tieferen Schichten der nichtgebrannten Parzellen, ebenso wie deren Oberflächenschichten die tieferen Schichten der gebrannten Parzellen, auch deren Oberflächenschichten entsprechend im Phosphorsäuregehalt um ein geringes übertreffen.

Die Oberflächenschichten zeigen sowohl in den gebrannten, wie in den nichtgebrannten Parzellen einen ähnlichen Stickstoffgehalt; derselbe ist aber ausnahmslos bei gebranntem Moor geringer, als bei den entsprechenden ungebrannten Parzellen, was durch den vorhergegangenen Brennprozess leicht erklärlich ist. Die höchsten Zahlen für Stickstoff wurden in den nur mit Phosphorsäure, nicht dagegen mit Kali gedüngten Parzellen gefunden, einerlei, ob dieselben gebrannt oder nicht gebrannt waren. Als auffallend niedrig erwies sich der Stickstoffgehalt von Parzellen 6 und 15 der Oberfläche (gebrannt), wo keine Phosphorsäure gegeben war. In den tieferen Schichten, die einen schwankenden Stickstoffgehalt aufweisen, zeigt sich im allgemeinen auf nichtgebranntem Moor ein Ansteigen des Stickstoffes mit dem Ansteigen der Kalidüngung, dagegen ein Fallen des Stickstoffgehaltes beim Ansteigen der Phosphorsäuredüngung. Fast umgekehrte Verhältnisse zeigen dagegen die gebrannten Parzellen. Indessen sind die Differenzen nicht gross genug, um daraus irgend welche Schlüsse ziehen zu können.

Feld No. 1 bei Fr. Behling in Stellenfelde (Hellweger Moor).

Das Versuchsfeld war in 67 Parzellen zu 1 *a* geteilt. Vor Beginn des Versuches war die Fläche mit Heide bestanden. Der Versuch begann im Herbst 1893. Pro Hektar wurden einmal zu Anfang 3000 *kg* gebrannter Kalk gegeben. Ferner erhielten sämtliche Parzellen pro Hektar 45—60 *kg* Stickstoff in Form von Chilisalpeter, sowie 175 *kg* Phosphorsäure in Form von Thomasmehl. Zweck des Versuches war die Prüfung der Wirkung von verschiedenen Kalisalzen (Kainit. Carnallit, Chlorkalium mit ca. 38 % Kali) in verschiedenen Mengen bei Anwendung im Herbst und Frühjahr. Ausser den nicht mit Kali gedüngten Parzellen wurden von uns nur diejenigen untersucht, welche die gleiche und zwar die höchste Menge Kali erhalten hatten. Ein Vergleich der gefundenen Analysenresultate bringt mithin ausschliesslich den Einfluss der im Herbst sowie im Frühjahr gegebenen verschiedenen Kalisalze zum Ausdruck. Der Versuch dauerte bei Entnahme der Proben 2 Jahre.

Bei der Vorbereitung der Proben wurden zu ihrer Charakterisierung folgende Notizen gemacht:

Die Oberflächenproben sind weniger gut zersetzt als bei den übrigen Feldern. Noch viel Moostorfreste sind erkennbar.

Parzelle 46 enthält in der Oberflächenschicht Mergelbröckchen.
Parzellen 42 und 54 desgleichen.
Parzellen 43 und 53 desgleichen.

Parzellen 30, 38, 49 und 62 desgleichen, sind aber besser zersetzt als Parzellen 43 und 53.

Parzelle 47 enthält in der Oberflächenschicht sehr viel unzersetzten Moostorf und Mergelbröckchen, ist recht schlecht zersetzt.

Parzellen 41 und 55 enthalten in der Oberflächenschicht Mergelbröckchen.

Parzelle 52 desgleichen.

Die mit Kainit gedüngten Parzellen zeigten in den oberen Schichten bei Herbst- und Frühjahrsdüngung fast denselben Kalkgehalt. Bei der Düngung mit Carnallit ergaben die im Frühjahr gedüngten Parzellen einen bedeutend grösseren, bei der Düngung mit Chlorkalium die im Frühjahr gedüngten Parzellen einen bedeutend geringeren Kalkgehalt, als die entsprechend im Herbst mit Kali gedüngten Parzellen. Diese Differenzen im Kalkgehalt werden zum Teil in der ursprünglichen Beschaffenheit des Feldes begründet sein, wahrscheinlich in der Hauptsache jedoch auf eine ungleichmässige Verteilung des Kalkes bei der Urbarmachung zurückgeführt werden müssen. Die tieferen Schichten zeigen keinen grossen Kalkgehalt und stimmen hierin ziemlich überein. Am kalkreichsten waren die tieferen Schichten der mit Kainit gedüngten Parzellen, besonders bei Frühjahrsdüngung. Der verhältnismässig geringe Kalkgehalt sämtlicher tieferen Schichten bei starker Kalidüngung ist durch die erst kurze Dauer des Versuchs zu erklären, da noch kein starker Verlust von Kalk aus der Oberflächenschicht eingetreten ist. Mit Ausnahme der mit Chlorkalium im Herbst sowohl als auch im Frühjahr gedüngten Parzellen, die in der Oberflächenschicht merkwürdig niedrige Stickstoffmengen ergaben, zeigten alle übrigen Parzellen übereinstimmend mit den nicht mit Kali gedüngten Parzellen in den oberen Schichten fast denselben Stickstoffgehalt. Der auffallend niedrige Stickstoffgehalt in den mit Chlorkalium gedüngten Parzellen muss wohl teilweise auf die Ungleichheit des Versuchsfeldes zurückzuführen sein. Die tieferen Schichten wiesen untereinander ebenfalls keine sehr grossen Differenzen im Stickstoffgehalt auf.

Sämtliche Parzellen, mit Ausnahme von Parzellen 30, 38, 49 und 62, die kein Kali erhielten, besassen in der Oberflächenschicht fast dieselben Mengen Kali, einerlei, ob mit Kainit, Carnallit oder Chlorkalium gedüngt, ob das Kali im Herbst oder im Frühjahr gegeben war. Grosse Unterschiede dagegen zeigt der Kaligehalt der tieferen Schichten. Bei den mit Carnallit, besonders den im Herbst gedüngten Parzellen zeigt der Untergrund einen geringeren Kaligehalt, als bei Anwendung der anderen Kalisalze, besonders des Chlorkaliums. Besonders reich an Kali war die im Frühjahr mit Chlorkalium gedüngte Parzelle 47 in den tieferen Schichten. Die grossen Verschiedenheiten im Kaligehalt der tieferen Schichten sind sehr bemerkenswert, zumal wenn man bedenkt, dass die Parzellen erst zwei Jahre zu Kaliversuchen benutzt wurden. Man wird daher mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen können, dass unter Beibehaltung der jetzigen Düngungsweise jedenfalls nach mehreren Jahren noch grössere Verschiedenheiten zu Tage treten werden. Der Gehalt an Phosphorsäure bei Anwendung verschiedener Kalisalze einerseits, bei Düngung im Herbst oder

Frühjahr andererseits, zeigte ebenfalls grosse Verschiedenheiten. Bei Herbstdüngung wurden in den oberen Schichten für Phosphorsäure stets etwas höhere Zahlen gefunden, als bei Frühjahrsdüngung, besonders beim Chlorkalium. Die tieferen Schichten erwiesen sich als ziemlich phosphorsäurearm, besonders bei Düngung mit Carnallit. Stets aber ergab sich ebenso wie bei den oberen Schichten auch hier ein höherer Phosphorsäuregehalt bei Herbstdüngung als bei Frühjahrsdüngung.

Feld No. 2 bei Fr. Behling in Stellenfelde (Hellweger Moor).

40 Parzellen zu 1 *a* auf vor Beginn des Versuches durch Brandkultur ausgenutztem Hochmoor. Der Versuch begann im Herbst 1890. Pro *ha* wurden zu Anfang 3000 *kg* gebrannter Kalk gegeben. Zweck des Versuches war die Untersuchung der Wirkung von Kali und Phosphorsäure in verschiedener Form und Menge auf ausgebranntem Hochmoorboden. Stickstoff wurde als Chilisalpeter zugeführt. Die Parzellen 6, 21 und 25 erwiesen sich von allen untersuchten Flächen in der Oberflächenschicht als am wenigsten gut zersetzt. Bis zur Entnahme der Proben erstreckte der Versuch sich über 5 Jahre.

Die oberen Schichten zeigen einen sehr verschiedenen Kalkgehalt. Am kalkreichsten sind die nicht mit Kali, wohl dagegen mit Phosphorsäure in Form von Thomasschlacke gedüngten Parzellen. Es macht sich hier besonders wieder die andauernde Zufuhr von Kalk durch Thomasschlacke, sowie das Fehlen der kalklösenden Wirkung der Kalisalze bemerkbar. Die zugehörigen tieferen Schichten sind demgemäss auch die kalkärmsten. Von den Oberflächenschichten sind aus gleichen Gründen die nicht mit Thomasschlacke, dagegen stets reichlich mit Kali gedüngten Parzellen 6, 21 und 35 am kalkärmsten. In der Mitte stehen im Kalkgehalt die Oberflächenschichten der sowohl mit Phosphorsäure, als auch mit Kali gedüngten Parzellen 15, 30 und 32. Die hierzu gehörigen tieferen Schichten sind am kalkreichsten.

Abgesehen von den nicht mit Kali gedüngten Flächen zeigen die übrigen Parzellen in der Oberfläche bei gleich starker Kalidüngung ziemlich denselben Kaligehalt, trotzdem dass teils keine Phosphorsäure, teils jährlich 175 *kg* pro *ha* gegeben wurde. Die zugehörigen tieferen Schichten sind, mit denen von Parzellen 1, 19 und 30 verglichen, sehr mit Kali angereichert, besonders diejenigen, die neben viel Phosphorsäure auch viel Kali erhielten.

Grosse Verschiedenheiten zeigen die einzelnen Flächen im Phosphorsäuregehalt. Am reichsten erwiesen sich hierin, wie erklärlich, die nicht mit Kali, dagegen stark mit Phosphorsäure gedüngten Oberflächenschichten von Parzellen 1, 19 und 38, am ärmsten die nicht mit Phosphorsäure, dagegen stark mit Kali gedüngten Parzellen 6, 21 und 35. Recht phosphorsäurereich war die Oberflächenschicht der sowohl mit Kali, als auch mit Phosphorsäure stark gedüngten Parzellen 15, 30 und 32. Im Phosphorsäuregehalt entsprachen die tieferen Schichten den oberen, am phosphorsäure-

ärmsten waren die nicht mit Phosphorsäure, dagegen stark mit Kali gedüngten Parzellen 6, 21 und 35 in den tieferen Schichten, am phosphorsäurereichsten die ohne Kali, aber stark mit Phosphorsäure gedüngten Parzellen 1, 19 und 38 im Untergrund. Die tieferen Schichten von Parzellen 15, 30 und 32 stehen in der Mitte. Bei der hier ausgeführten vollen Düngung konnte ein reicheres Pflanzenwachstum eintreten und die Phosphorsäure der oberen Schichten besser ausgenutzt werden, als auf den anderen Parzellen.

Im Stickstoffgehalt zeigen die einzelnen Parzellen keinen grossen Unterschied. Die Oberflächenschichten sind mit denen vom Versuchsfeld 34 und 25 verglichen verhältnismässig stickstoffarm; wahrscheinlich ist durch das vorhergegangene Moorbrennen eine starke Stickstoffverarmung eingetreten. Wie beim Versuchsfeld 34, zeigen auch beim Versuchsfeld 2 die nicht mit Kali, wohl dagegen mit Phosphorsäure gedüngten kalkreichsten Oberflächenschichten den grössten Stickstoffgehalt.

Feld No. 25 bei Joh. Lankenau in Stellenfelde (Hellweger Moor).

Das Versuchsfeld war in 42 Parzellen zu 1 *a* geteilt. Vor Beginn des Versuches bestand die Fläche aus Heideland. Die Düngung und Kultivierung begann im Jahre 1889. Der Versuch erstreckt sich bis zur Probenahme über 6 Jahre. Zu Anfang wurden 4000 *kg* gebrannter Kalk gegeben. Zweck des Versuches war die Untersuchung der Wirkung von Kali und Phosphorsäure in verschiedener Form und Menge auf nichtgebranntem Hochmoorboden. Bei der Vorbereitung der Proben zur Analyse fanden sich in den Oberflächenschichten durchweg mehr Moostorfbrocken, als in den entsprechenden Schichten von Feld 34.

Das Versuchsfeld 25 bei Lankenau unterscheidet sich von dem Versuchsfeld 2 bei Fr. Behling dadurch, dass wir bei ersterem nichtgebrannten Hochmoorboden haben, während das Behlingsche Feld bei Beginn des Versuches ausgebranntes Hochmoor darstellt. Auch dauert bei Feld 2 der Versuch bis zur Probeentnahme 5, bei Feld 25 bis dahin 6 Jahre. In mancher Hinsicht lassen sich beide Versuchsfelder sehr gut miteinander vergleichen.

Wie dort, finden wir auch bei Lankenau einen sehr verschiedenen Kalkgehalt in den Oberflächen der einzelnen Parzellen. Am kalkreichsten sind wieder die nicht mit Kali, wohl dagegen mit Thomasschlacke gedüngten Parzellen 1, 26 und 35, entsprechend den Parzellen 1, 19 und 38 bei Fr. Behling, am kalkärmsten die nicht mit Phosphorsäure, wohl aber mit Kali gedüngten Parzellen 7, 15 und 40, entsprechend den Parzellen 6, 21 und 35 auf dem Versuchsfeld 2, sowie den Parzellen 6, 15, 23 und 26 vom Versuchsfeld 34 bei Tanke. In der Mitte stehen die Parzellen 12, 21 und 29. In den tieferen Schichten besitzen die Parzellen 1, 26 und 35 den geringsten Kalkgehalt, die zugehörigen oberen Schichten sind am kalkreichsten. Wir finden hier genau dieselben Verhältnisse wie bei Feld 2 bei den Parzellen 1, 19 und 38. Die tieferen Schichten der anderen

mit Kali gedüngten Parzellen bei Lankenau sind kalkreicher und differieren wenig voneinander.

Im Kaligehalt zeigen auf Feld 25 die einzelnen Parzellen grössere Unterschiede, als bei Versuchsfeld 2. Am kaliärmsten sind in der Oberflächenschicht, wie zu erwarten, die nicht mit Kali gedüngten Parzellen 1, 26 und 35, am kalireichsten die nicht mit Phosphorsäure, dagegen dauernd und reichlich mit Kali gedüngten Parzellen 7, 15 und 40. Sowohl die oberen als auch die tieferen Schichten dieser Parzellen sind kalireicher, als die entsprechenden kalireichsten Parzellen von den Feldern 34, 2 und 1. Verhältnismässig reich an Kali sind auch die gleichzeitig mit Kali und Phosphorsäure gedüngten Parzellen 12, 21 und 29, sowohl in den oberen, als auch in den tieferen Schichten. Um ein geringes werden sie von den entsprechenden Parzellen 15, 30 und 32 auf Feld 2 bei Fr. Behling übertroffen.

Sehr grosse Unterschiede zeigen auch bei Lankenau die einzelnen Parzellen im Phosphorsäuregehalt. Wir finden hier wieder ähnliche Verhältnisse, wie auf Versuchsfeld 2 bei Fr. Behling. Phosphorsäurereicher als die Oberflächenschichten der Parzellen aller übrigen Versuchsfelder sind die Parzellen 1, 26 und 35. Sie erhielten kein Kali, dagegen jährlich 175 *kg* Phosphorsäure pro Hektar. Die nicht mit Phosphorsäure, dagegen stark mit Kali gedüngten Parzellen 7, 15 und 40 waren naturgemäss phosphorsäurearm. Ziemlich stark phosphorsäurehaltig erwiesen sich die Parzellen 12, 21 und 29, die sowohl viel Phosphorsäure als auch viel Kali erhielten, ähnlich den entsprechenden Parzellen 15, 30 und 32 auf Feld 2 bei Fr. Behling. Die tieferen Schichten der mit Thomasmehl gedüngten Parzellen überragen an Phosphorsäuregehalt um etwa das Doppelte die nicht mit Thomasmehl gedüngten Parzellen 7, 15 und 40, im Verhältnis zur Oberfläche sind die tieferen Schichten aber immerhin recht phosphorsäurearm. Besonders gut zeigt das Versuchsfeld bei Lankenau, wie langsam verhältnismässig die Phosphorsäure der Thomasschlacke in tiefere Schichten versinkt im Vergleich zu dem Kali der leichtlöslichen Kalisalze (hier Kainit), ganz besonders wohl deshalb, weil die Versuche auf diesem Felde am längsten durchgeführt wurden und so das Verhalten der einzelnen künstlichen Düngemittel auf Hochmoorboden am besten zur Geltung kommen konnte.

Was den Stickstoffgehalt betrifft, so zeigen die einzelnen Parzellen keine grossen Verschiedenheiten. Die Verhältnisse sind in der Oberfläche ähnlich wie auf Feld 2, nur sind auf dem Lankenauschen Felde die Zahlen für Stickstoff etwas höher als dort, wo das Feld kurz vor Beginn der Versuche gebrannt war. Wie die nichtgebrannten Parzellen 19 und 30 des Versuchsfeldes 34 und die gebrannten Parzellen 1, 19 und 38 auf dem Versuchsfeld 2 in der Oberfläche bei Phosphorsäuredüngung und ohne Kaligabe den höchsten Stickstoffgehalt zeigen, finden wir auch auf dem Versuchsfeld 25 bei dem grössten Kalkgehalt, bei Phosphorsäuredüngung ohne Kalibeigabe in der Oberfläche den grössten Stickstoffgehalt. Am niedrigsten ist der Stickstoffgehalt in der Oberfläche bei gleichzeitiger Düngung mit

Kali und Phosphorsäure, genau wie bei den entsprechend gedüngten Parzellen 15, 30 und 32 auf Feld 2. Dieser geringere Stickstoffgehalt entspricht ganz der Theorie, insofern als der Stickstoff von den Pflanzen bei hinreichender Anwesenheit aller übrigen Pflanzennährstoffe, was hier der Fall war, besser ausgenutzt werden muss.

Wiesenversuchsfelder bei Erasmy in Hintzendorf und J. H. Behling in Stellenfelde (Hellweger Moor).

Alle Versuche, von denen bislang die Rede war, wurden auf Ackerböden ausgeführt, also auf Flächen, die wiederholt durch mechanische Bearbeitung beeinflusst wurden. Diese alljährlich wiederkehrende Bodenbearbeitung fällt bei den jetzt zu besprechenden Wiesenversuchsfeldern fort. Auch hier finden wir durch Kultur und Düngung bewirkte weitgehende Veränderungen der Oberfläche und der tieferen Schicht.

Von diesen Versuchswiesen wurden Durchschnittsproben im September 1897 entnommen. Dieselben wurden mit einem 30 *cm* langen Probestecher ausgestochen, wobei die humifizierte Oberflächenschicht immer scharf vom Untergrunde getrennt wurde. Die Mächtigkeit der Oberflächenschicht belief sich hier im allgemeinen ca. 15 *cm*, zeigte aber grössere Schwankungen als bei den Ackerflächen, indem sie teils bis zu 20 *cm* stieg, teils nur 10 *cm* betrug. Um einen Vergleich zwischen den einzelnen Parzellen zu ermöglichen, wurden auch hier die absoluten Zahlen auf Schichten von 15 *cm* Stärke berechnet.

Die Vorbereitung der Proben geschah in derselben Weise wie bei den Ackerparzellen.

Zur Charakterisierung der einzelnen Parzellen wurden folgende Notizen gemacht:

Sämtliche Wiesen, sowohl bei Erasmy, wie auch bei J. H. Behling, wurden im Jahre 1890 zum erstenmal mit Kunstdünger behandelt, keine der Flächen erhielt eine direkte Kalkdüngung.

a) *Erasmy-Hintzendorf, Parzellen 8 und 13.* Die Wiese wurde vor 50 Jahren mit Hilfe von Kompost kultiviert. Die Parzellen erhielten seit 1890 weder Kali noch Kalk, nur alljährlich 100 *kg* Phosphorsäure in Form von Thomasschlacke. Narbe gut. Oberfläche bis 15 *cm* gut zersetzt.

Oberfläche braunschwarz, gut zersetzt, völlig erdig, sandführend.

Tiefere Schicht dunkelbrauner, mässig zersetzter Moostorf.

b) *Erasmy-Hintzendorf, Parzellen 1, 3 und 16.* Dieselbe Wiese wie a, ohne Kalk, aber mit Kali und Phosphorsäure gedüngt. Narbe sehr gut. Bestand: Klee und gute Gräser. Oberfläche bis 15 *cm* humifiziert.

Oberfläche braunschwarz, gut zersetzt, völlig erdig, sandführend.

Tiefere Schicht dunkelbrauner, mässig zersetzter Moostorf.

c) *Erasmy-Hintzendorf, Parzellen 4, 14 und 17.* Dieselbe Wiese wie a und b, ohne Kalk, aber mit Kali und Phosphorsäure behandelt. Narbe sehr gut. Bestand: Klee und gute Gräser. Oberfläche bis 15 *cm* gut zersetzt.

Oberfläche schwarz, gut zersetzt, vollkommen erdig, sandführend.

Tiefere Schicht dunkelbrauner, mässig zersetzter Moostorf.

d) *J. H. Behling-Stellenfelde, Parzelle 6.* Ohne Kalk, blieb auch sonst ungedüngt. Narbe schlecht, vorwiegend Seggen und Moos. Oberfläche bis 10 *cm* zersetzt.

Oberfläche schwarzbraun, im allgemeinen im ganzen gut bis gut zersetzt, durch recente Wurzeln vielfach verfilzt, sandführend.

Tiefere Schicht dunkelbrauner, mässig zersetzter Moostorf.

e) *J. H. Behling-Stellenfelde, Parzelle 20.* Ohne Kalk kultiviert, blieb auch sonst ungedüngt. Narbe schlecht, überwiegend Seggen und Moos. Oberfläche bis 15 *cm* zersetzt.

Oberfläche braunschwarz, im allgemeinen gut zersetzt, krümelig, erdig und sandig.

Tiefere Schicht ähnlich der tieferen Schicht unter d, etwas besser zersetzt und dunkler.

f) *J. H. Behling-Stellenfelde, Parzelle 4.* Ohne Kalk, nur mit Kali gedüngt. Narbe schlecht, Seggen und Moos. Oberfläche bis 10 *cm* gut zersetzt.

Oberfläche ähnlich der Oberfläche unter d.

Tiefere Schicht ähnlich der tieferen Schicht unter d.

g) *J. H. Behling-Stellenfelde, Parzellen 8 und 13.* Ohne Kalk, aber mit Kali und Phosphorsäure gedüngt. Narbe gut, Klee und Süssgräser. Oberfläche bis 15 *cm* gut zersetzt.

Oberfläche schwarz, gut zersetzt, völlig erdig, krümelig, sandführend.

Tiefere Schicht ähnlich der tieferen Schicht unter d.

h) *J. H. Behling-Stellenfelde, Parzellen 14 und 24.* Ohne Kalk, aber mit Kali und Phosphorsäure behandelt. Narbe sehr gut, Klee und gute Gräser. Oberfläche auf Parzelle 14 bis 15 *cm*, auf Parzelle 24 bis 20 *cm* gut zersetzt.

Oberfläche ähnlich der Oberfläche unter g.

Tiefere Schicht ähnlich der tieferen Schicht unter d.

i) *J. H. Behling-Stellenfelde, Parzelle 25.* Ohne Kalk, erhielt aber Kali und Phosphorsäure. Narbe sehr gut, Klee und gute Gräser. Oberfläche bis 20 *cm* Tiefe gut zersetzt.

Oberfläche ähnlich der Oberfläche unter g.

Tiefere Schicht ähnlich der tieferen Schicht unter d; besser zersetzt.

k) *J. H. Behling-Stellenfelde, Parzellen 15 und 21.* Ohne Kalk, aber mit Kali und Phosphorsäure gedüngt. Narbe sehr gut, Klee und gute Gräser. Oberfläche auf Parzelle 15 bis 15 *cm*, auf Parzelle 21 bis 18 *cm* gut zersetzt.

Oberfläche ähnlich der Oberfläche unter g.

Tiefere Schicht ähnlich der tieferen Schicht unter d.

Im folgenden sollen zunächst die drei zusammengehörigen Wiesenflächen bei Erasmy, darauf die Wiesen bei J. H. Behling besprochen werden.

Was den Kalkgehalt der einzelnen Flächen betrifft, so finden wir hier ziemlich grosse Unterschiede. In der Oberflächenschicht ist die ausschliesslich mit Thomasschlacke gedüngte Fläche a die kalkreichste, die mit Thomasmehl und 65 *kg* Kali gedüngte Fläche b ist schon kalkärmer, die mit Thomasmehl und 143 *kg* Kali gedüngte Fläche c am kalkärmsten. Wir haben hier also Verhältnisse, die durchaus den bei den Ackerparzellen gefundenen entsprechen. Die tieferen Schichten sind bedeutend kalkärmer als die Oberflächen, zeigen aber merkwürdigerweise untereinander wenig Unterschiede. Die mit Kali gedüngten Parzellen übertreffen im Kalkgehalt nur um weniges die nicht mit Kali gedüngten Parzellen; die am stärksten mit Kali gedüngte Fläche c sat sogar in den tieferen Schichten einen geringeren Kalkgehalt, als die weniger mit Kali gedüngte Fläche b.

Der Kaligehalt der einzelnen Flächen hat ebenfalls grosse Verschiedenheiten. In der Oberfläche ist am kaliärmsten die Fläche a, die kein Kali erhielt. Die Flächen b und c sind bedeutend kalireicher, Fläche b übertrifft noch um weniges Fläche c. Die tieferen Schichten zeigen bei Kalidüngung eine erhebliche Anreicherung mit Kali; die am stärksten mit Kali gedüngte Fläche c zeigt im Untergrund auch den stärksten Kaligehalt.

Im Phosphorsäuregehalt zeigen die Oberflächenschichten geringe Unterschiede. Diese aber sowohl, wie auch die später zu besprechenden oberen Schichten der Wiesen von J. H. Behling sind auffallend phosphorsäurereich gegenüber den von uns untersuchten oberen Schichten von Ackerparzellen. Die nur mit Thomasschlacke gedüngte Fläche a zeigt in der Oberfläche den höchsten Phosphorsäuregehalt; am phosphorsäureärmsten ist die am stärksten mit Kali gedüngte Fläche c. In den tieferen Schichten erwies sich die nur mit Phosphorsäure gedüngte Fläche a am phosphorsäureärmsten, hieran am reichsten die am stärksten mit Kali gedüngte Fläche c.

Der Stickstoffgehalt ist in der Oberfläche sämtlicher Parzellen fast derselbe. Die tieferen Schichten sind bedeutend stickstoffärmer, stimmen hierin aber auch ziemlich überein. Den niedrigsten Stickstoffgehalt zeigt die nur mit Thomasschlacke gedüngte Fläche a in den tieferen Schichten.

Wir kommen jetzt zur Besprechung der Versuchswiesen von J. H. Behling in Stellenfelde. Beim Vergleich der Versuchsresultate der Parzelle 6 mit denen der Parzelle 20, die beide ungedüngt bleiben, in gleicher Weise behandelt und demnach sich möglichst ähnlich sein sollten, finden wir die weitgehendsten Verschiedenheiten. Der Grund dieser auffallenden Erscheinung wird zum grössten Teil in der ursprünglichen natürlichen Verschiedenheit der einzelnen Parzellen begründet sein. Schon die Betrachtung der für Asche und Unlösliches gefundenen Zahlen weist auf grosse Unterschiede in der Zusammensetzung von Parzellen 6 und 20 hin. Während auf beiden die Oberflächen annähernd gleiche Mengen Asche und Unlösliches zeigen, beträgt in der tieferen Schicht von Parzelle 20 die Asche das $3\frac{1}{2}$fache, das Unlösliche das $4\frac{1}{2}$fache der tieferen Schicht von Parzelle 6. Die Parzellen 6 und 20 liegen fast an entgegengesetzten Enden der Versuchsfläche. Die in dem Bericht über die Wiesenversuche der Moor-Ver-

suchs-Station gemachten Mitteilungen über die Art, wie derartige Wiesenflächen in den nordwestdeutschen Moorkolonien angelegt werden, lassen die Entstehung grösserer Verschiedenheiten in der Bodenbeschaffenheit begreiflich erscheinen.

Im Kalkgehalt stimmen die mit Kainit und Thomasmehl gedüngten Flächen g, h, i und k in der Oberfläche ziemlich überein und übertreffen hier bei weitem die nur mit Kali gedüngte Fläche f, sowie die ungedüngt gebliebenen Parzellen d und e. Die tieferen Schichten zeigen durchweg den grössten Kalkgehalt bei Düngung mit Kainit und Thomasmehl. Die nur mit Kainit gedüngte Fläche f war in den tieferen Schichten etwas kalkärmer. Vergleichen wir dieselbe aber mit der zugehörigen Oberflächenschicht, so sehen wir, dass sie dieser im Kalkgehalt sehr nahe kommt, so dass auch hier infolge der starken Kalidüngung eine beträchtliche Anreicherung mit Kalk auf Kosten der Oberfläche stattgefunden zu haben scheint. Am kalkärmsten ist in den tieferen Schichten die ungedüngt gebliebene Fläche 6, während Parzelle 20 in den tieferen Schichten wieder bedeutend im Kalkgehalt zunimmt.

Was den Kaligehalt der einzelnen Flächen betrifft, so treten auch hier grosse Unterschiede auf. Am kaliärmsten sind in den Oberflächen die ungedüngt gebliebenen Parzellen 20 und 6. Sie werden nur wenig von Fläche h, k und g übertroffen. Am kalireichsten sind Parzelle 25 und die ausschliesslich mit Kali gedüngte Parzelle 4. Von den tieferen Schichten sind diejenigen der ungedüngten Parzelle 6 bei weitem am kaliärmsten. Parzelle 20 enthält in den entsprechenden Schichten die 3fache Kalimenge. *Mit den Ackerböden verglichen, sind sämtliche als Wiesen genutzte Parzellen in den tieferen Schichten relativ kaliarm.* Am kalireichsten war noch die stark mit Kainit und Thomasmehl gedüngte Fläche i, welche die ähnlich gedüngten Flächen h und k hierin weit übertrifft, sowie die ausschliesslich mit Kali gedüngte Fläche f.

Die mit Thomasmehl und Kainit gedüngten Wiesenflächen g, h, i und k zeigen in der Oberfläche fast denselben Phosphorsäuregehalt und übertreffen hierin bei weitem die von uns untersuchten Oberflächenschichten der als Acker genutzten Flächen — genau wie bei den Erasmy'schen Wiesen. Die nur mit Kainit gedüngte Fläche f, sowie die ungedüngt gebliebenen Flächen d und e sind in der Oberfläche ärmer an Phosphorsäure; merkwürdig phosphorsäurereich ist Fläche e, die ungedüngt blieb. Es scheint darnach, als ob der Boden ursprünglich schon verhältnismässig sehr phosphorsäurereich gewesen ist. Von den tieferen Schichten enthält Fläche e die grösste Menge Phosphorsäure. Die ebenfalls nicht mit Thomasschlacke gedüngten Flächen d und f sind in den tieferen Schichten am phosphorsäureärmsten.

Im Stickstoffgehalt zeigen die Wiesen bei J. H. Behling in der Oberfläche grössere Unterschiede als bei Erasmy. Die ungedüngten Flächen sind stickstoffärmer, als die stark mit Kali und Phosphorsäure gedüngten Parzellen; am stickstoffärmsten ist die einseitig stark mit Kali gedüngte

Parzelle 4. Die mit Kali und Phosphorsäure gedüngten Flächen g, h, i und k sind in der Oberfläche am stickstoffreichsten. Die tieferen Schichten zeigen im Stickstoffgehalt ebenfalls wesentliche Unterschiede, besonders bei Parzellen 20 und 4. Die tiefere Schicht von Parzelle 4 ist nicht halb so stickstoffreich, wie die entsprechende Schicht von Parzelle 20. Verhältnismässig wenig Stickstoff enthält die einseitig stark mit Kali gedüngte Parzelle 4 in der tieferen Schicht. Obwohl im einzelnen die Befunde durch Unregelmässigkeiten gestört worden sind, die, namentlich bei den Wiesenversuchsfeldern, ursprünglich in den Bodenflächen vorhanden waren, oder wie in einem Falle durch offenbar nicht sorgfältig ausgeführte Kalkung wider Willen herbeigeführt wurden, so führen doch die vorstehenden Untersuchungen zu folgenden Schlüssen von allgemeiner Bedeutung:

1. Eine mehr oder weniger starke Anreicherung der Oberflächenschicht mit den in der Düngung zugeführten Nährstoffen ist durchgehends für Phosphorsäure und Kali analytisch festzustellen gewesen. Für Stickstoff, der auf allen untersuchten Versuchsparzellen auf Ackerboden in Form von Chilisalpeter gleichmässig zugeführt wurde, war eine solche nicht zu ermitteln, auch nicht auf den Flächen, auf denen eine unvollkommene Düngung ein Hindernis für die Ausnutzung der zugeführten Stickstoffdüngung bilden musste, wo mithin eine Anreicherung bei Anwendung weniger leicht löslicher Stickstoffverbindungen, als es der Chilisalpeter ist, hätte eintreten müssen.

2. Im allgemeinen sind die Flächen um so stärker mit einem der in der Düngung zugeführten Nährstoffe angereichert, je weniger vollkommen die Düngung mit den übrigen notwendigen Pflanzennährstoffen gewesen ist.

3. Die Vermehrung des Gehaltes an Kali und Phosphorsäure durch Düngung ist selbst bei Zufuhr nicht übermässig starker Mengen bei befriedigenden Durchschnittsernten von den betreffenden Flächen nicht unbeträchtlich und in vielen Fällen sowohl dem prozentischen wie dem absoluten Betrage nach so gross, dass sie die in mehrjährigen mittleren Düngungen zugeführten Quantitäten der betreffenden Pflanzennährstoffe übersteigt. Die Anreicherung mit Phosphorsäure ist in der Regel weit stärker als die mit Kali.

4. Auf den längere Zeit normal gedüngten Flächen wird man daher ohne Bedenken auf eine gute Nachwirkung der in der Bodenoberflächenschicht angehäuften Pflanzennährstoffe rechnen und infolgedessen die Düngung mit denselben ohne Schädigung der Erträge herabsetzen dürfen, was ja auch bereits durch Feldversuche der Station über die Nachwirkung bestimmter Düngungen bewiesen ist. Für die Erhaltung des wünschenswerten Nährstoffvorrats in der Ackerkrume der Hochmoorfelder wird es nach mehrjährigen stärkeren Düngungen daher genügen, wenn etwas mehr als die im Durchschnitt eines Fruchtfolgeturnus auf das Jahr enthaltende Entnahme an Kali und Phosphorsäure zugeführt wird. Versuche, die den durchschnittlichen Verbrauch an wichtigen Pflanzennährstoffen bei verschiedenen Früchten und in verschiedener Fruchtfolge auf Hochmoorboden ermitteln,

beanspruchen daher für die Ausbildung der Düngerlehre für denselben besondere Wichtigkeit.

5. Der Befund, dass eine beträchtliche Anreicherung der Oberflächenschicht mit Kali stattfindet, steht nicht ganz im Einklang mit den Vorstellungen, die aus anderweitigen Versuchen über die Löslichkeit des Kalis im Moorboden, sowie über die Stärke der Absorption des Kalis durch den Moorboden gewonnen sind, er stimmt jedoch sehr gut überein mit den Ergebnissen der Untersuchung von Sickerwässern (s. S. 386), nach denen ein nicht unbeträchtlicher Teil des dem Boden zugeführten Kalis durch Absorption verhältnismässig fest auch im Moorboden gebunden wird. Alle Versuche über Absorption von Pflanzennährstoffen durch den Boden und die Löslichkeit von solchen aus dem Boden nach den bisherigen Methoden kranken daran, dass der Boden mit einem unter natürlichen Verhältnissen nicht in Betracht kommenden Überschuss von Flüssigkeit behandelt werden muss und dadurch die Reaktionsverhältnisse zwischen Boden und Lösung stark beeinflusst werden. Versuche nach der Richtung unter Bedingungen, bei denen das Verhältnis zwischen Boden und Bodenflüssigkeit ein natürlicheres ist, sind daher von besonderer Wichtigkeit.

6. Durch die Düngung mit Kalisalzen tritt eine starke Verminderung des Gehalts der Oberflächenschicht an Kalk ein. Dieselbe wird zum Teil wieder aufgehoben durch die Zufuhr von Kalk in dem als phosphorsäurehaltiges Düngemittel verwendeten Thomasmehl. Jedenfalls treten in dem Kalkgehalt der verschieden gedüngten Parzellen der untersuchten Versuchsflächen grosse Differenzen auf, die unter Umständen bei Erörterung der Versuchsergebnisse nicht unberücksichtigt bleiben dürfen. Es unterliegt ferner nach den vorliegenden Zahlen, sowie nach anderweitigen Erfahrungen (s. die Feldversuche S. 171) keinem Zweifel, dass eine längere Zeit fortgesetzte starke Düngung mit Thomasmehl schliesslich eine regelrechte Kalkdüngung zu ersetzen vermag, zumal das Thomasmehl als basisch wirkende Verbindung offenbar auch stark entsäuernd auf den Moorboden wirken kann.

7. Durch die Düngung der Oberflächenschicht mit Kali und Phosphorsäure wird auf Acker- wie Wiesenflächen eine erhebliche Anreicherung der tieferen Schichten mit diesen Pflanzennährstoffen verursacht, und zwar im allgemeinen in um so stärkerem Masse, je grösser die der Oberfläche zugeführten Mengen sind oder je weniger die bei einseitiger Düngung der Oberfläche zugeführten Nährstoffe in derselben durch die Pflanzen ausgenutzt werden.

8. Die Anreicherung der tieferen Schichten tritt sowohl im Kali- und Phosphorsäuregehalt als auch im Kalkgehalt hervor. Die mit Kali ist aus leicht erklärlichen Gründen stärker als die mit Phosphorsäure. Bei Wiesenflächen scheint das Versinken von Pflanzennährstoffen in die Untergrundschichten in viel schwächerem Grade einzutreten, wie bei Ackerflächen, wohl deshalb, weil die erstgenannten stets von Pflanzen bestanden sind und me-

(Fortsetzung des Textes s. Seite 547.)

Feld No. 34 bei Tanke in Hintzendorf. Gebrannt.

Die Trockensubstanz enthält in Prozenten:

Parzelle		Differenzdüngung pro *ha* in *kg*	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff	Asche	Unlösliches	1 *cbm* des natürlich. Bodens enthält an Trockensubstanz in *kg*
2 + 11	Oberfläche	0 K_2O	1,850	0,044	0,225	1,314	10,164	5,811	171,7
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	0,493	0,038	0,093	0,754	2,237	0,520	113,1
4 + 9	Oberfläche	150 K_2O	1,671	0,101	0,228	1,227	14,677	6,591	171,1
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	0,581	0,114	0,117	0,746	3,339	0,562	112,1
1 + 12	Oberfläche	225 K_2O	0,801	0,093	0,195	1,283	10,406	5,870	167,8
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	0,676	0,111	0,091	0,664	2,666	0,503	97,5
6 + 15	Oberfläche	0 P_2O_5	0,954	0,192	0,126	1,096	8,795	5,601	149,4
	Tiefere Schicht	225 K_2O	0,713	0,170	0,052	0,641	3,160	0,475	96,2
8 + 13	Oberfläche	80 P_2O_5	1,299	0,129	0,180	1,249	10,091	6,369	166,0
	Tiefere Schicht	225 K_2O	0,654	0,119	0,065	0,565	2,955	0,494	92,1
5 + 16	Oberfläche	120 P_2O_5	1,684	0,139	0,144	1,260	10,351	5,981	167,7
	Tiefere Schicht	225 K_2O	0,695	0,119	0,053	0,740	2,841	0,499	104,1

1 *ha* enthält bis 0,15 *m* Tiefe Kilogramm:

Parzelle		Differenzdüngung pro *ha* in *kg*	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff
2 + 11	Oberfläche	0 K_2O	4766	114	578	3384
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	836	65	158	1279
4 + 9	Oberfläche	150 K_2O	4287	259	585	3147
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	978	192	197	1254
1 + 12	Oberfläche	225 K_2O	4533	235	491	3229
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	989	162	133	971
6 + 15	Oberfläche	0 P_2O_5	2138	429	283	2457
	Tiefere Schicht	225 K_2O	1029	246	75	924
8 + 13	Oberfläche	80 P_2O_5	3236	323	449	3109
	Tiefere Schicht	225 K_2O	903	165	90	781
5 + 16	Oberfläche	120 P_2O_5	4239	350	363	3170
	Tiefere Schicht	225 K_2O	1085	186	82	1155

Feld No. 34 bei Tanke in Hintzendorf. Ungebrannt.

Die Trockensubstanz enthält in Prozenten:

Parzelle		Differenzdüngung pro *ha* in *kg*	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff	Asche	Unlösliches	1 *cbm* des natürlich. Bodens enthält an Trockensubstanz in *kg*
19 + 30	Oberfläche	0 K_2O	2,181	0,042	0,272	1,393	11,673	5,432	184,3
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	0,514	0,031	0,084	0,674	2,145	0,328	90,3
21 + 32	Oberfläche	150 K_2O	1,449	0,074	0,199	1,227	12,244	5,181	179,3
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	0,636	0,107	0,101	0,692	2,700	0,447	94,8
24 + 29	Oberfläche	225 K_2O	1,921	0,097	0,234	1,326	10,184	4,318	173,7
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	0,621	0,090	0,082	0,758	2,719	0,631	106,4
23 + 26	Oberfläche	0 P_2O_5	0,945	0,160	0,111	1,279	8,019	4,146	174,4
	Tiefere Schicht	225 K_2O	0,655	0,167	0,041	0,882	2,674	0,466	99,2
17 + 28	Oberfläche	80 P_2O_5	1,348	0,152	0,171	1,336	9,354	5,522	175,6
	Tiefere Schicht	225 K_2O	0,718	0,151	0,063	0,822	3,111	0,559	98,7
20 + 25	Oberfläche	120 P_2O_5	1,286	0,123	0,146	1,247	8,870	4,610	169,9
	Tiefere Schicht	225 K_2O	0,376	0,128	0,058	0,703	2,600	0,446	107,8

1 *ha* enthält bis 0,15 *m* Tiefe Kilogramm:

Parzelle		Differenzdüngung pro *ha* in *kg*	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff
19 + 30	Oberfläche	0 K_2O	6030	115	752	3851
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	696	42	114	913
21 + 32	Oberfläche	150 K_2O	3897	198	536	3310
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	904	153	143	984
24 + 29	Oberfläche	225 K_2O	5004	253	609	3453
	Tiefere Schicht	160 P_2O_5	992	144	131	1210
23 + 26	Oberfläche	0 P_2O_5	2471	419	291	3345
	Tiefere Schicht	225 K_2O	975	249	61	1313
17 + 28	Oberfläche	80 P_2O_5	3627	400	451	3519
	Tiefere Schicht	225 K_2O	1063	223	94	1216
20 + 25	Oberfläche	120 P_2O_5	3279	314	373	3177
	Tiefere Schicht	225 K_2O	609	207	93	1136

Feld No. 1 bei Fr. Behling in Stellenfelde.

Die Trockensubstanz enthält in Prozenten:

Parzelle		Differenzdüngung pro *ha* in *kg*	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff	Asche	Unlösliches	1 *cbm* des natürlichen Bodens enthält an Trockensubstanz in *kg*
30 + 38 + 49 + 62	Oberfläche	0 K_2O	1,703	0,052	0,245	1,163	11,586	7,263	151,6
	Tief. Schicht		0,415	0,030	0,055	0,688	2,073	0,590	91,2
41 + 55	Oberfläche	225 K_2O Kainit (Herbst)	1,312	0,104	0,198	1,170	12,422	8,548	146,2
	Tief. Schicht		0,582	0,099	0,072	0,623	2,685	0,745	91,9
52	Oberfläche	225 K_2O Kainit (Frühjahr)	1,286	0,094	0,176	1,157	10,904	7,237	148,7
	Tief. Schicht		0,704	0,084	0,050	0,675	3,039	0,824	95,4
42 + 54	Oberfläche	225 K_2O Carnallit (Herbst)	1,595	0,104	0,209	1,193	13,089	8,502	144,5
	Tief. Schicht		0,469	0,063	0,049	0,749	2,253	0,548	87,8
46	Oberfläche	225 K_2O Carnallit (Frühjahr)	2,388	0,104	0,162	1,178	14,361	8,609	144,5
	Tief. Schicht		0,474	0,084	0,037	0,762	2,712	0,738	87,4
43 + 53	Oberfläche	225 K_2O Chlorkalium (Herbst)	2,146	0,109	0,265	1,011	11,566	6,179	131,8
	Tief. Schicht		0,497	0,098	0,066	0,674	2,555	0,869	90,3
47	Oberfläche	225 K_2O Chlorkalium (Frühjahr)	1,529	0,126	0,157	1,031	8,233	4,150	117,3
	Tief. Schicht		0,397	0,127	0,057	0,765	2,059	0,447	94,6

1 *ha* enthält bis 0,15 *m* Tiefe Kilogramm:

Parzelle		Differenzdüngung pro *ha* in *kg*	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff
30 + 38 + 49 + 62	Oberfläche	0 K_2O	3872	117	558	2645
	Tief. Schicht		568	40	75	941
41 + 55	Oberfläche	225 K_2O Kainit (Herbst)	2877	227	435	2567
	Tief. Schicht		803	136	99	859
52	Oberfläche	225 K_2O Kainit (Frühjahr)	2870	210	392	2582
	Tief. Schicht		1007	121	71	966
42 + 54	Oberfläche	225 K_2O Carnallit (Herbst)	3458	226	452	2586
	Tief. Schicht		617	84	64	986
46	Oberfläche	225 K_2O Carnallit (Frühjahr)	5177	226	351	2553
	Tief. Schicht		621	110	48	998
43 + 53	Oberfläche	225 K_2O Chlorkalium (Herbst)	4242	216	524	1998
	Tief. Schicht		674	133	89	912
47	Oberfläche	225 K_2O Chlorkalium (Frühjahr)	2673	222	276	1814
	Tief. Schicht		563	180	81	1100

Feld No. 2 bei Fr. Behling in Stellenfelde.

Die Trockensubstanz enthält in Prozenten:

Parzelle		Differenzdüngung pro *ha* in *kg*	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff	Asche	Unlösliches	1 *cbm* des natürlichen Bodens enthält an Trockensubstanz in *kg*
1 + 19 + 38	Oberfläche	0 K_2O	2,076	0,050	0,285	1,180	13,123	7,784	151,1
	Tief. Schicht	175 P_2O_5	0,337	0,031	0,105	0,741	1,963	0,515	90,7
6 + 21 + 35	Oberfläche	250 K_2O	1,066	0,186	0,188	1,131	10,698	7,106	139,8
	Tief. Schicht	0 P_2O_5	0,490	0,144	0,055	0,755	2,589	0,455	90,1
15 + 30 + 32	Oberfläche	175 P_2O_5	1,764	0,181	0,273	1,041	12,023	6,997	144,8
	Tief. Schicht	250 K_2O	0,669	0,169	0,071	0,587	2,795	0,469	93,1

1 *ha* enthält bis 0,15 *m* Tiefe Kilogramm:

Parzelle		Differenzdüngung pro *ha* in *kg*	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff
1 + 19 + 38	Oberfläche	0 K_2O	4706	114	647	2675
	Tiefere Schicht	175 P_2O_5	458	42	143	1008
6 + 21 + 35	Oberfläche	250 K_2O	2241	389	395	2372
	Tiefere Schicht	0 P_2O_5	662	195	74	993
15 + 30 + 32	Oberfläche	175 P_2O_5	3833	392	594	2262
	Tiefere Schicht	250 K_2O	934	236	99	820

Feld No. 25 bei J. Lankenau in Stellenfelde.

Die Trockensubstanz enthält in Prozenten:

Parzelle		Differenzdüngung pro *ha* in *kg*	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff	Asche	Unlösliches	1 *cbm* des natürlichen Bodens enthält an Trockensubstanz in *kg*
1 + 35 + 26	Oberfläche	0 K_2O	2,550	0,061	0,382	1,345	16,427	10,198	170,4
	Tief. Schicht	175 P_2O_5	0,361	0,030	0,080	0,594	2,022	0,416	84,7
7 + 15 + 40	Oberfläche	250 K_2O	0,946	0,232	0,120	1,151	14,290	10,822	169,1
	Tief. Schicht	0 P_2O_5	0,592	0,190	0,038	0,789	2,630	0,368	90,2
12 + 21 + 29	Oberfläche	175 P_2O_5	1,657	0,161	0,293	1,116	13,135	8,279	152,3
	Tief. Schicht	250 K_2O	0,586	0,156	0,090	0,639	2,451	0,389	87,1

1 *ha* enthält bis 0,15 *m* Tiefe Kilogramm:

Parzelle		Differenzdüngung pro *ha* in *kg*	Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff
1 + 35 + 26	Oberfläche	0 K_2O	6516	156	977	3438
	Tiefere Schicht	175 P_2O_5	460	38	102	754
7 + 15 + 40	Oberfläche	250 K_2O	2402	588	304	2919
	Tiefere Schicht	0 P_2O_5	800	257	52	1067
12 + 21 + 29	Oberfläche	175 P_2O_5	3785	368	670	2549
	Tiefere Schicht	250 K_2O	766	204	118	834

Wiesenversuchsfelder bei Erasmy in Hintzendorf und J. H. Behling in Stellenfelde.

Die Trockensubstanz enthielt in Prozenten:

Bezeichnung der Fläche. Düngung pro *ha*:		Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff	Asche	Unlösliches	1 *cbm* des natürlich. Bodens enthält an Trockensubstanz in *kg*
a) Erasmy, Parzellen 8 und 13. Ohne Kali und Kalk, 100 *kg* P_2O_5 in Schlacke	Oberfläche	1,31	0,063	0,37	1,84	47,24	42,82	294,5
	Tiefere Schicht	0,77	0,030	0,11	1,12	12,06	9,54	116,5
b) Erasmy, Parzellen 1, 3 und 16. Ohne Kalk, 65 *kg* K_2O, 100 *kg* P_2O_5	Oberfläche	0,86	0,093	0,32	1,64	45,47	41,66	326,0
	Tiefere Schicht	0,72	0,039	0,12	1,19	16,29	13,76	144,3
c) Erasmy, Parzellen 4, 14 und 17. Ohne Kalk, 143 *kg* K_2O, 100 *kg* P_2O_5	Oberfläche	0,78	0,090	0,30	1,83	44,48	40,74	302,2
	Tiefere Schicht	0,66	0,054	0,14	1,16	20,13	17,38	146,2
d) J. H. Behling, Parzelle 6. Ohne Kalk, ungedüngt	Oberfläche	0,47	0,055	0,20	1,69	38,68	36,09	254,2
	Tiefere Schicht	0,58	0,016	0,09	0,98	7,01	4,99	103,4
e) J. H. Behling, Parzelle 20. Ohne Kalk, ungedüngt	Oberfläche	0,56	0,045	0,23	1,71	42,85	39,76	291,9
	Tiefere Schicht	0,62	0,031	0,16	1,33	25,85	23,05	176,2
f) J. H. Behling, Parzelle 4. Ohne Kalk, 1200 *kg* Kainit	Oberfläche	0,36	0,095	0,20	1,47	35,78	33,17	243,3
	Tiefere Schicht	0,67	0,060	0,08	0,94	4,74	2,29	114,4
g) J. H. Behling, Parzellen 8 und 13. Ohne Kalk, 600 *kg* Kainit, 100 *kg* P_2O_5 in Schlacke	Oberfläche	0,71	0,055	0,26	1,73	45,90	42,69	310,4
	Tiefere Schicht	0,66	0,039	0,12	1,14	13,64	11,12	125,9
h) J. H. Behling, Parzellen 14 und 24. Ohne Kalk, 1200 *kg* Kainit, 100 *kg* P_2O_5 in Schlacke	Oberfläche	0,68	0,047	0,27	1,70	46,32	42,86	327,6
	Tiefere Schicht	0,70	0,031	0,13	1,27	13,34	10,70	135,2
i) J. H. Behling, Parzelle 25. Ohne Kalk, 1200 *kg* Kainit, 100 *kg* P_2O_5 in Schlacke	Oberfläche	0,55	0,071	0,23	1,52	52,58	49,58	352,9
	Tiefere Schicht	0,73	0,047	0,15	1,47	16,63	13,60	161,7
k) J. H. Behling, Parzellen 15 und 21. Ohne Kalk, 1000 *kg* Kainit, 100 *kg* P_2O_5 in Schlacke	Oberfläche	0,72	0,052	0,27	1,61	47,49	44,08	321,1
	Tiefere Schicht	0,68	0,037	0,12	1,18	13,19	10,63	129,3

1 *ha* enthält bis 0,15 *m* Tiefe Kilogramm:

Bezeichnung der Fläche. Düngung pro *ha*.		Kalk	Kali	Phosphorsäure	Stickstoff
a) Erasmy, Parzellen 8 und 13. Ohne Kali und Kalk, 100 *kg* P_2O_5 in Schlacke.	Oberfläche	5786	265	1634	8128
	Tiefere Schicht	1346	52	192	1958
b) Erasmy, Parzellen 1, 3 und 16. Ohne Kalk, 65 *kg* K_2O, 100 *kg* P_2O_5	Oberfläche	4205	440	1565	8019
	Tiefere Schicht	1558	86	259	2576
c) Erasmy, Parzellen 4, 14 und 17. Ohne Kalk, 143 *kg* K_2O, 100 *kg* P_2O_5	Oberfläche	3536	408	1360	8296
	Tiefere Schicht	1447	109	307	2543
d) J. H. Behling, Parzelle 6. Ohne Kalk. Ungedüngt.	Oberfläche	1792	229	763	6442
	Tiefere Schicht	900	25	139	1521
e) J. H. Behling, Parzelle 20. Ohne Kalk. Ungedüngt.	Oberfläche	2452	219	1007	7487
	Tiefere Schicht	1639	79	423	3521
f) J. H. Behling, Parzelle 4. Ohne Kalk, 1200 *kg* Kainit	Oberfläche	1314	346	730	5364
	Tiefere Schicht	1149	103	137	1612
g) J. H. Behling, Parzellen 8 und 13. Ohne Kalk, 600 *kg* Kainit, 100 *kg* P_2O_5 in Schlacke	Oberfläche	3305	279	1210	8053
	Tiefere Schicht	1246	73	226	2154
h) J. H. Behling, Parzellen 14 und 24. Ohne Kalk, 1200 *kg* Kainit, 100 *kg* P_2O_5 in Schlacke	Oberfläche	3342	231	1327	8354
	Tiefere Schicht	1419	63	263	2575
i) J. H. Behling, Parzelle 25. Ohne Kalk, 1200 *kg* Kainit, 100 *kg* P_2O_5 in Schlacke	Oberfläche	3046	379	1240	8045
	Tiefere Schicht	1770	114	364	3265
k) J. H. Behling, Parzellen 15 und 21. Ohne Kalk, 1000 *kg* Kainit, 100 *kg* P_2O_5 in Schlacke	Oberfläche	3467	250	1300	7753
	Tiefere Schicht	1318	72	233	2289

chanisch in der Oberfläche nicht bearbeitet werden. Bei Ackerflächen wird, abgesehen von der durch die mechanische Bearbeitung verursachten grösseren Durchlässigkeit für Niederschläge, das Versinken von Pflanzennährstoffen in tiefere Schichten noch dadurch begünstigt, dass bei der Bearbeitung stets saure Moostorfmassen, die aufschliessend auf die Bodenbestandteile in der Oberflächenschicht wirken, in dieselben gebracht werden und umgekehrt stets frische Massen der Oberflächenschicht mit der sauren Oberfläche des Moostorfuntergrundes in Berührung kommen.

9. Die Mengen von wichtigen Pflanzennährstoffen, die im Laufe der Jahre in den im natürlichen Zustand den Wurzeln der Kulturgewächse unzugänglichen sauren Moostorfuntergrund gelangen, erscheinen nach den vorstehenden Untersuchungen so gross, dass Massnahmen, die eine Erschliessung des Moostorfuntergrundes für die Pflanzenwurzeln bezwecken (Untergrundskalkung), auch für die Ausnutzung und nachhaltige Wirkung der verwendeten Düngemittel von grösster Bedeutung sind.

XI. Über das Vorkommen von kohlensaurem Eisenoxydul in den Eisenablagerungen der Moore.

Bericht von **H. Schütte.**

In vielen unserer Niederungsmoore oder ähnlichen Moorbildungen finden sich in den verschiedenen Schichten häufig Eisenablagerungen, die unter dem Namen Limonite, Raseneisensteine, Sumpf- oder Morasterze bekannt sind. Dieselben treten oftmals in ausgedehnten Lagern auf, bald finden sie sich nesterartig im Boden zerstreut.

Der äusseren Form nach sind sie sehr verschieden; bald bilden sie pulvrige, mürbe ockergelbe oder braune, bald derbe, feste Massen von brauner bis schwarz-brauner Farbe, die eine kugelige, knollige oder stalaktitische Form besitzen. Sie bestehen vorwiegend aus Eisenoxydhydrat, dem meistens phosphorsaures Eisen und, wie ich unten zeigen werde, auch kohlensaures Eisenoxydul beigemengt ist.

Das gesamte Eisen dieser Ablagerungen stammt aus dem Untergrunde oder der Umgebung der betreffenden Moore, von wo es durch die Untergrundwässer bezw. durch die Meteorwässer den Bildungsstätten der Limonite zugeführt wird. Das Eisenoxyd des Bodens wird durch die Verwesung organischer Substanzen bei Luftabschluss zu Oxydul reduziert und mit der gleichzeitig gebildeten Kohlensäure durch die Meteorwässer und durch Quellwässer als kohlensaures oder doppelkohlensaures Eisenoxydul nach den tiefer gelegenen Schichten des Bodens fortgeführt. Sobald diese Lösungen mit der atmosphärischen Luft in Berührung kommen, wird das Oxydul zum Oxyd oxydiert und als solches abgeschieden. Werden gleichzeitig bei der Verwesung vegetabilischer und tierischer Substanzen phosphorsaure Salze, namentlich phosphorsaurer Kalk ausgeschieden, die sich auch in kohlensäurehaltigem Wasser lösen, so sind alle Bedingungen zur Bildung von phosphorsaurem Eisenoxydul gegeben.

Die Bildung der Limonite durch Einfluss abgestorbener Pflanzenmassen an Orten, zu denen der atmosphärische Sauerstoff keinen oder nur geringen Zutritt hat, wie z. B. in den Mooren, darf nach Senft nicht der Bildung von kohlensaurem Eisenoxydul zugeschrieben werden, da er kein kohlensaures Eisenoxydul hat nachweisen können; vielmehr glaubt er diese durch die intermediäre Entstehung von quellsatzsaurem Eisenoxydulammoniak erklären zu müssen. Dieses eigentümliche Doppelsalz' will er

verschiedentlich nachgewiesen haben. Über die angewandte Methode zur Bestimmung desselben macht er leider keine Angaben; jedoch giebt er an einer anderen Stelle an, dass ein Teil des Ammoniaks mit dem sich abscheidenden Eisenoxydhydrat verbunden bleibe, „wie man deutlich an dem Geruche wahrnehmen kann, wenn man etwas Pulver desselben mit Ätzkali zusammenreibt“.[1]) Damit ist nun aber keineswegs das Vorhandensein von fertig gebildetem Ammoniak und noch weniger des Eisendoppelsalzes erwiesen, sondern diese Ammoniakentwickelung erfolgt auch beim Zusammenbringen von Moorsubstanz mit starker Kalilauge, sogar schon beim Kochen von Moorsubstanz mit Wasser und gebrannter Magnesia.

Meiner Ansicht nach lässt sich die Entstehung dieser Eisenablagerungen völlig ausreichend durch die vorhergehende Bildung von kohlensaurem Eisenoxydul erklären, da überall im Boden bei gehemmtem Luftzutritt Gelegenheit zur Reduktion von Eisenoxyd zu Oxydul vorhanden ist, und auch gleichzeitig genügende Mengen von Kohlensäure zur Verfügung stehen, die teils auf Kosten des Sauerstoffs des Eisenoxydes aus der organischen Substanz gebildet, teils durch die Meteorwässer zugeführt werden können oder auch durch gleichzeitig verlaufende Gärungsprozesse aus der organischen Masse entstehen. Ich will damit aber nicht in Abrede stellen, dass auch die Humussäuren bei der Entstehung der Limonite mitgewirkt haben können, aber da die Kenntnis dieser Säuren und ihrer Verbindungen vorläufig noch eine sehr unsichere ist, so sehe ich nicht ein, weshalb man sich völlig hypothetischer Verbindungen zur Erklärung von Vorgängen bedienen soll, die sich weit einfacher durch bekannte Prozesse deuten lassen.

Dass sich in den Limoniten kein kohlensaures Eisenoxydul nachweisen liess und ebenfalls in allen von Senft angeführten Analysen keine einzige Kohlensäure aufweist, ist allerdings sehr auffällig und veranlasste mich zur vorliegenden Arbeit.

Senft erklärt dies einmal aus der schnellen Oxydierbarkeit des kohlensauren Eisenoxyduls und dem dabei stattfindenden Freiwerden der Kohlensäure und andererseits daraus, dass die Pflanzen, in deren Gebiete es entsteht, dem Eisensalze seine Kohlensäure entziehen und dasselbe durch ausgeschiedenen Sauerstoff rasch höher oxydieren. Er will jedoch damit nicht die Existenz von Eisenoxydulkarbonat in Raseneisenerzen verneinen, vielmehr führt er selbst folgende zwei Beispiele[2]) an, in denen sich Eisenkarbonat als Gemengteil des Raseneisensteins gefunden hat. Senft fand nämlich „in dem thonigen Untergrunde eines eisenschüssig sandigen, nassen Ackers hohle schalige Knollen von thonigem Eisenspath jüngerer Bildung“. Ferner „fand Eisenlohr[3]) im Torfe von Pfullendorf im Badischen ein tropfsteinförmiges Eisenerz, welches aus einer Verbindung von 1 Teil kohlensauren Eisenoxyduls mit 2 Teilen basisch phosphorsauren Eisenoxyds bestand“.

[1]) Senft, Torf- und Limonitbildungen. S. 197.
[2]) Senft, Torf- und Limonitbildungen. S. 177.
[3]) Leonhards Jahrb. 1830. S. 88.

Während ich schon mit vorliegender Arbeit beschäftigt war, erschien eine Inaugural-Dissertation von A. GÄRTNER, die denselben Gegenstand behandelt, betitelt: „Über Vivianit und Eisenspat in Mecklenburgischen Mooren“.[1])

Es liegt mir fern, auf den geologischen Teil dieser Arbeit einzugehen, jedoch sehe ich mich genötigt, mich mit der vom Verfasser angewandten chemischen Arbeitsmethode eingehender zu beschäftigen und gleichzeitig meine Erfahrungen bei der Analyse derartiger Verbindungen darzulegen.

Die späte Entdeckung des Eisenspats im Moore glaubt GÄRTNER auch auf die schnelle Oxydierbarkeit desselben zurückführen zu müssen, da „man bei quantitativen Bestimmungen ja gewöhnlich von dem trockenen Material ausgehe, wo sich also die Kohlensäure grösstenteils schon verflüchtigt habe“. An einer anderen Stelle giebt er jedoch eine Analyse einer „schon ganz braunroten und trockenen Probe“, in der er 28,55 $^0/_0$ Kohlensäure und 59,53 $^0/_0$ kohlensaures Eisenoxydul gefunden hat, und fügt dann hinzu: „Das ist wohl der beste Beweis, dass die Zersetzung und Oxydation auch des modernen Eisenspats nicht so schnell vor sich geht, als man meistens annimmt. — Ist der Eisenspat gepulvert, dann geht die Zersetzung allerdings schnell vor sich“.

In ersterer Beziehung kann ich ihm uneingeschränkt beistimmen, denn alle von mir untersuchten Proben hatten schon lange Zeit, bis zu 20 Jahren, in unserer Sammlung offen gelegen und hatten trotzdem ihre Kohlensäure nicht vollständig verloren. Aber auch die gepulverten Proben oxydieren sich durchaus nicht so schnell, vielmehr habe ich nach monatelangem Liegen derselben noch keine Abnahme an Kohlensäure konstatieren können; selbst beim Erhitzen der Substanzen im Sauerstoffstrome auf 150 ^{0} wurden nur geringe Mengen von Kohlensäure frei.

Die Mitteilungen GÄRTNERS über den bei seinen Analysen eingeschlagenen Gang sind nur sehr spärlich, trotzdem die vollständige Untersuchung derartiger Mineralien nach meinen Erfahrungen durchaus nicht einfach ist. Die Hauptschwierigkeit liegt hierbei in der Bestimmung des Hydratwassers, der organischen Substanz und des Eisenoxyduls und Oxyds bei Gegenwart von organischer Substanz.

Über die Bestimmung des Wassergehalts wird nur gesagt: „Der Wassergehalt wurde aus dem Verlust bestimmt“. Im allgemeinen scheint dies bei GÄRTNER in der Weise geschehen zu sein, dass in der Substanz zunächst organische Substanz, Sand und Thon, Eisenoxyd, Kalk, Magnesia, Phosphorsäure, und Kohlensäure bestimmt und der noch von 100 übrigbleibende Rest als „Wasser und Verlust“ gerechnet wurde. In einigen wenigen Fällen scheint das Wasser aus dem Verlust im Exsikkator über Phosphorsäureanhydrid und durch nachheriges Trocknen bei 110 ^{0} bestimmt zu sein.

[1]) Sonderabdruck aus dem Archiv des Vereins d. Fr. d. Naturgesch. Meckl. LI, 1897.

Ich möchte die Art der Gärtnerschen Analyse direkt an einem Beispiel erörtern.

Auf Seite 25 seiner Dissertation sagt Gärtner:

„Ungefähr 1 Monat alter (Vivianit), den ich aufs sorgfältigste gereinigt hatte, ergab:

3,7959 *g*	Substanz,
0,1614 „	Verlust über P_2O_5,
1,1699 „	„ bei 110° getrocknet,
0,2130 „	Organische Substanz,
0,1497 „	Sand und Thon,
1,9872 „	Gesamteisen- und Phosphorsäure,
0,2315 „	Eisenoxyd,
0,6719 „	Phosphorsäure,
0,0984 „	Kalk,
0,0155 „	Magnesiapyrophosphat;

ergiebt:

Organische Substanz	5,61 °/₀
Sand und Thon	3,94 „
FeO	25,70 „
Fe_2O_3	6,10 „
CaO	2,59 „
MgO	0,11 „
P_2O_5	17,70 „
Verlust über P_2O_5	4,25 „
„ bei 110° getrocknet . . .	30,82 „
	96,82 °/₀
Wieder ein Verlust von	3,18 „
auf . .	100,00 °/₀.“

Auf Seite 29 l. c. heisst es dazu weiter:

„Der durch Trocknen im Exsikkator und bei 110° sich ergebende Verlust entspricht dem Wasser und der Kohlensäure des Eisens. Kalk und Magnesia als Karbonate angenommen würden 2,16 °/₀ CO_2 erfordern, was den Analysenverlust von 3,18 °/₀ auf 1,02 °/₀ verringern würde, die zum Teil noch Resten von Wasser und Kohlensäure entsprechen dürften.

Wieder alles in Oxydul umgerechnet würden sich noch weitere 2,46 °/₀ CO_2 als an Eisen gebunden ergeben, und als Zusammensetzung des Vivianits:

78,0 °/₀ $Fe_3(\dot{P}O_4)_2$
11,5 „ $FeCO_3$
10,5 „ $CaMgCO_3$.“

Auf Grund obiger Analyse erscheint diese Art der Berechnung doch mindestens etwas gewagt. Zunächst ist die Behauptung, dass der beim Trocknen bei 110° entstandene Verlust von 35,07 °/₀ dem Wasser und der Kohlensäure des Eisens entspricht, unrichtig, wovon sich Gärtner sehr leicht hätte überzeugen können. Einmal wird durch Trocknen bei

110^0 das Hydratwasser niemals vollständig entfernt, vielmehr wird dies, wie ich später noch ausführlicher auseinandersetzen werde, nicht einmal durch 24stündiges Erhitzen auf 150—160^0 erreicht. Die Kohlensäure des Eisens geht ferner auch nicht durch Trocknen bei 110^0 verloren, selbst nicht einmal bei 150^0 im Sauerstoffstrom; eine von mir analysierte Probe, welche ursprünglich 16,85 % CO_2 enthielt, die zu einem grossen Teil an Eisen gebunden war, ergab nach 8stündigem Erhitzen auf 110^0 noch 15,04 % CO_2. Also liegt absolut keine Berechtigung vor, den Verlust beim Trocknen, soweit er zur Berechnung des gefundenen Eisenoxyduls auf Karbonat erforderlich war, als Kohlensäure zu rechnen.

Nun aber angenommen, GÄRTNER hätte mit seiner Behauptung recht, dann hätte er sich doch sagen müssen, dass das Eisenkarbonat bei dem Verlust der Kohlensäure und ebenfalls das phosphorsaure Eisenoxydul Sauerstoff aufnimmt. — Denn dass das Trocknen nicht im Kohlensäurestrom vorgenommen ist, geht aus einer Bemerkung GÄRTNERS an einer anderen Stelle hervor, wo es heisst: „Das Eisenkarbonat dürfte im Kohlensäurestrom wohl jedenfalls unzersetzt bleiben." — Die gefundenen 25,70 % Eisenoxydul würden dann 2,85 *g* Sauerstoff aufgenommen haben, so dass von dem Analysenverlust von 3,18 % nur 0,33 % übrigblieben.

Durch diese Bemerkungen dürfte die Art der Berechnungen GÄRTNERS genügend kritisiert sein.

Auch seine Methode zur Bestimmung der organischen Substanz kann nicht als mustergiltig hingestellt werden. Wie aus den Analysenbelegen hervorgeht, erfolgte die Bestimmung der organischen Substanz in der Weise, dass die Substanz in Salzsäure gelöst wurde, das Unlösliche ermittelt und aus dem Glühverlust des letzteren die organische Substanz bestimmt wurde. Derartig ermittelte Resultate sind auf keinen Fall einwandsfrei, da eine nicht unerhebliche Menge von organischen Stoffen mit in Lösung geht, die einmal nicht mitbestimmt werden, sodann aber auch die genaue Bestimmung der Mineralbestandteile, insbesondere des Eisens und der Phosphorsäure, stark beeinträchtigen. Bei Substanzen mit einem geringen Gehalt an organischer Substanz werden die Resultate allerdings wohl nicht in erheblichem Masse beeinflusst werden, wenn die obenerwähnte Methode aber auch bei Substanzen mit 43,66 % organischer Substanz angewandt wird, so ist das vom chemischen Standpunkt meines Erachtens durchaus zu verwerfen.

Ich möchte jetzt die von mir bei meinen Analysen angewandten Methoden auseinandersetzen.

Die Bestimmung des hygroskopischen Wassers erfolgte durch Trocknen der Substanz im Vacuumexsikkator über Phosphorsäureanhydrid und konzentrierter Schwefelsäure bis zur Gewichtskonstanz.

Zur Ermittelung des Gehalts an Hydratwasser wurden die Proben in LIEBIGschen Enten im Paraffinbade auf 150^0 erhitzt unter Durchleiten von kohlensäurefreier, durch konzentrierte Schwefelsäure und Chlorcalcium getrockneter Luft und das entweichende Wasser und etwa freiwerdende Kohlensäure in Chlorcalciumröhrchen bezw. Kaliapparaten aufgefangen. Die

Kaliapparate zeigten sämtlich eine allerdings nicht bedeutende Gewichtszunahme, die anfangs nur auf Kosten der entwichenen Kohlensäure gesetzt wurde. Bei dem mehrtägigen Erhitzen stellte sich jedoch heraus, dass durch die mit konzentrierter Schwefelsäure getrocknete Luft, trotz des vor den Enten eingeschalteten Chlorcalciumturmes, den zur Aufnahme des aus der Substanz freiwerdenden Wassers dienenden Chlorcalciumröhrchen wieder Wasser entzogen wurde, das dann in den Kaliapparaten wieder zur Absorption gelangte; somit war die Bestimmung der Kohlensäure nach dieser Methode illusorisch.

Infolgedessen wurden die Kaliapparate bei den folgenden Versuchen anstatt mit Kalilauge mit konzentrierter Schwefelsäure gefüllt. Trotz des tagelangen Erhitzens liess sich aber auch hier keine Gewichtskonstanz erzielen, so dass die direkte Bestimmung des Hydratwassers als unausführbar aufgegeben werden musste.

Die Bestimmung desselben erfolgte deshalb indirekt durch Berechnung aus dem Glühverlust. Der Glühverlust setzt sich aus dem Verlust an Wasser, Hydratwasser, Kohlensäure und organischer Substanz und einer dem Gehalt an Eisenoxydul entsprechenden Zunahme an Sauerstoff zusammen. Vom Glühverlust wurde deshalb zunächst die berechnete Sauerstoffzunahme abgezogen, dann das gefundene hygroskopische Wasser, sowie Kohlensäure und organische Substanz addiert und deren Summe von 100 abgezogen. Der resultierende Rest wurde als Hydratwasser in Rechnung gestellt.

Die organische Substanz wurde durch Verbrennung im Rohr bestimmt. Von der dabei gefundenen Kohlensäuremenge wurde unter Berücksichtigung der im Glührückstand verbliebenen Kohlensäure die durch Behandeln der Substanz mit Salzsäure ermittelte Kohlensäurezahl abgezogen und die so erhaltene Differenz mit dem Faktor für Humus (0,471) zur Umrechnung auf organische Substanz multipliziert. Die so erhaltenen Zahlen können allerdings, ebenso wie die Hydratwasserzahlen keinen Anspruch auf absolute Richtigkeit machen, immerhin dürfte nach dieser Methode am ehesten ein annähernd richtiges Resultat erzielt werden.

Die Mineralbestandteile mit Ausnahme des Eisenoxyduls wurden in der veraschten Probe bestimmt, die hydratische Kieselsäure durch Auskochen des Unlöslichen mit Sodalösung, Eisen, Phosphorsäure und Thonerde wurden zusammen durch Fällung mit essigsaurem Natron, das Gesamteisen ausserdem durch Titration mit Permanganat und die Phosphorsäure gesondert nach der Molybdänmethode bestimmt.

Die Ermittelung des Eisenoxyduls erfolgte sowohl durch Titrieren des Eisenoxydes in der in einer Kohlensäureatmosphäre hergestellten salzsauren Lösung mittels Zinnchlorürlösung und gleichzeitiger Bestimmung des Gesamteisengehaltes, als auch durch Fällung des Eisenoxyds mit kohlensaurem Baryt, wie unten beschrieben. Trotzdem die nach beiden Methoden ermittelten Zahlen eine gute Übereinstimmung zeigten, verdient meines Erachtens die letztere Methode dennoch den Vorzug, weil sich dabei die

organische Substanz zerstören lässt, was bei ersterer nicht möglich ist. 1 *g* Substanz wurde in einer Kohlensäureatmosphäre in verdünnter Salzsäure gelöst, nach dem Neutralisieren mit Soda mit aufgeschlämmtem kohlensaurem Baryt das Eisenoxyd gefällt und mit kohlensäurehaltigem Wasser auf 250 *ccm* aufgefüllt. Von dem Filtrat wurden 200 *ccm* in einer Schale abgedampft, mit konzentrierter Schwefelsäure in einen Aufschliesskolben übergespült und zur Zerstörung der organischen Substanz einige Stunden gekocht. Sodann wurde mit Zinkstaub reduziert und mit Permanganat das Eisenoxydul titriert.

Die von mir analysierten Proben waren, wie schon erwähnt, sämtlich lufttrocken und hatten sämtlich schon lange Zeit an der Luft gelegen. Zur Analyse wurden die kohlensäurereichsten Partikeln ausgesucht, von etwa anhaftendem Vivianit möglichst getrennt und dann fein gepulvert.

Die betreffenden Proben lassen sich folgendermassen charakterisieren:

Probe I: Aus Tannenberg bei Osterode. Einsender v. Brandt. 1885.
Derbe, schalige Eisenoxydhydratmassen, durchsetzt von Vivianitpartikeln.

„ II: Vivianithaltiger Raseneisenstein aus der Heide bei Meppen, dicht an der Oberfläche lagernd. Einsender Direktor Kranz. 1877.
Ähnlich der Probe I, nur noch reichlicher mit Vivianit durchsetzt.

„ III: Unbekannten Ursprungs.
Hartes, schlackiges Material von schwarzem, metallisch glänzendem Bruch, vielfach durchsetzt von röhrenförmigen Löchern, die mit einer schwarzen, glänzenden, glaskopfähnlichen Masse besetzt sind. An der Oberfläche mit Vivianit besetzt.

„ IV: Raseneisenstein aus Heudorf bei Lilienthal, Reg.-Bez. Stade. Einsender Kolonist J. Köhnken.
Braune, mürbe Massen mit vielen Wurzelresten.

Die Analyse ergab für diese 4 Proben folgende Zusammensetzung:

(Siehe Tabelle Seite 555.)

Die nachstehenden Berechnungen erfolgten in der Weise, dass der gesamte Kalk als kohlensaurer angenommen wurde, und der Rest der Kohlensäure zunächst mit dem gefundenen Eisenoxydul auf Eisenkarbonat, und falls noch ein Überschuss an Säure verblieb, dieser auf Mangankarbonat umgerechnet wurde.

Falls, wie bei Probe II, die restierende Kohlensäure nicht zur Bindung des Eisenoxyduls ausreichte, wurde der Überschuss des letzteren als an Phosphorsäure gebunden angenommen.

Hiernach berechnet sich für:

Probe I: 7,144 % kohlensaurer Kalk, 35,174 % kohlensaures Eisenoxydul und 0,891 % kohlensaures Manganoxydul.

„ II: 3,993 % kohlensaurer Kalk, 4,633 % kohlensaures Eisenoxydul. Der Rest von 1,054 % Eisenoxydul ist als phosphorsaures Eisenoxydoxydul vorhanden.

Probe III: 1,071 % kohlensaurer Kalk, 9,690 % kohlensaures Eisenoxydul, 0,462 % kohlensaures Manganoxydul.

„ IV: 3,897 % kohlensaurer Kalk, 3,616 % kohlensaures Eisenoxydul, 0,899 % kohlensaures Manganoxydul.

Dass wirklich kohlensaures Eisenoxydul vorliegt, habe ich an der Probe I noch direkt nachgewiesen.

	Probe I aus Tannenberg b. Osterode %	Probe II aus der Heide b. Meppen %	Probe III %	Probe IV aus Heudorf b. Lilienthal %
Wasser	3,898	5,26	5,314	5,48
Hydratwasser	4,176	5,47	7,946	9,05
Organische Substanz	3,956	4,96	1,90	5,09
Sand	0,035	24,421	2,269	7,764
Kieselsäure	0,183	1,166	2,865	2,518
Kohlensäure	16,85	3,36	4,795	2,68
Phosphorsäure	1,418	2,09	3,091	1,613
Thonerde	0,04	0,54	—	0,9
Manganoxydoxydul	0,61	0,448	0,317	0,304
Kalk	4,00	2,236	0,60	2,182
Eisenoxyd	4,242	46,40	64,74	60,10
Eisenoxydul	21,835	3,93	6,015	2,245
Schwefelsäure	0,172	0,175	0,184	0,160
Magnesia und Alkalien	Spur	Spur	Spur	Spur
	99,593	100,456	100,036	100,086

Ich hatte zunächst gehofft, unter der Annahme, dass sich das kohlensaure Eisenoxydul leicht oxydieren lasse, durch Erhitzen der Substanz im Sauerstoffstrome sämtliche an Eisen gebundene Kohlensäure freimachen und bestimmen zu können; dieser Versuch ergab jedoch ein negatives Resultat.

Darauf wurde die Substanz durch Behandeln mit kalter Permanganatlösung zu oxydieren versucht, auch hier erhielt ich nur ganz winzige Mengen von Kohlensäure. Beim Kochen mit Permanganatlösung jedoch gelang es mir in 24 Stunden aus 1 *g* Substanz 0,1094 *g* Kohlensäure zu erhalten. Von der Oxydation der organischen Substanz allein kann diese Menge nicht herrühren, denn bei der Verbrennung erhielt ich aus 1 *g* Substanz 0,0870 *g* Kohlensäure aus organischer Substanz. Also selbst angenommen, es wäre zunächst nur die organische Substanz oxydiert worden, so verblieben immer noch 0,0224 *g* Kohlensäure, die an Eisenoxydul gebunden sein müsste.

Damit dürfte auch direkt die Anwesenheit von Eisenkarbonat nachgewiesen sein.

Dass dasselbe erst so spät in den Eisenablagerungen unserer Moore entdeckt ist, ist meiner Ansicht nach nur dadurch zu erklären, dass man

es für so ausserordentlich leicht oxydierbar hielt und da man nicht frisch entnommene Proben der Untersuchung unterwarf, das Vorhandensein von kohlensaurem Eisenoxydul nicht mehr in Frage zog; vielleicht auch daraus, dass man die Analyse nur in der veraschten Substanz vornahm und den Glühverlust, der die Kohlensäure mit enthielt, nur als Wasser und organische Substanz rechnete. So scheinen mir fast alle von SENFT angeführten Analysen gemacht zu sein, denn von den 24 dort angegebenen Analysen weisen nur 6 eine Eisenoxydulbestimmung auf.

In diesen Eisenablagerungen ist gleichzeitig auch ein als Pflanzennahrung sehr wertvolles Produkt aufgespeichert, die Phosphorsäure. Der Reichtum der Eisenerze daran ist oftmals sehr bedeutend und schwankt nach hiesigen Erfahrungen zwischen 3—11 %. Die leichte Überführung dieser Phosphorsäuremengen in eine leicht lösliche Form würde deshalb für die Landwirtschaft von grosser Bedeutung sein.

In Schweden wird bekanntlich nach einem Patent von Prof. WIBORGH aus Apatit durch Schmelzen mit Soda das Wiborghphosphat gewonnen, dessen Phosphorsäure (ca. 27 %) bis zu 95 % citratlöslich sein soll. Es lag nahe, in ähnlicher Weise die Eisenphosphate unserer Moore, besonders den Vivianit aufzuschliessen.

Die bei den Versuchen im Laboratorium gewonnenen Resultate sind hinsichtlich der Löslichkeit der Phosphorsäure in den so dargestellten Produkten ausserordentlich günstig; ob sich das Verfahren auch für die Praxis eignet, ist eine Frage, die sich erst im technischen Betriebe selbst entscheiden lässt.

Verwendet wurden:

1. ein Apatit mit 39,68 % Ges.-P_2O_5.
2. ein Vivianit von BRESDZEWO mit 14,04 % Ges.-P_2O_5.

Die Schmelzen wurden im Kohlenofen hergestellt und die Temperaturen aus dem Schmelzpunkt verschiedener gleichzeitig erhitzter Metalle annähernd bestimmt. Die Mengen Soda wurden so bemessen, dass sie annähernd zur Bildung von dreibasisch-phosphorsaurem Salz hinreichten.

Die Resultate sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

	Schmelze I ca. 800°		Schmelze II 1000—1200°	
	Apatit + Soda	Vivianit + Soda	Apatit + Soda	Vivianit + Soda
Gesamt-Phosphorsäure	22,84	17,12	26,05	18,56
Citratl. Phosphorsäure	16,19	16,62	20,48	18,36
„ P_2O_5 in % der Ges.-P_2O_5	70,58	97,08	78,62	98,92
Wasserl. Phosphorsäure	0,33	11,42	—	4,09
„ P_2O_5 in % der Ges.-P_2O_5	1,45	66,71	—	22,04

Aus diesen Zahlen geht mit Deutlichkeit die Überlegenheit des Vivianit-Schmelzproduktes über das des Apatits hervor. Fast die gesamte Phosphor-

säure des Vivianits ist durch den Schmelzprozess in WAGNERscher Citratlösung, die natürlich nur als Vergleichsmittel der einzelnen Produkte dienen soll, löslich geworden, von der Apatit-Phosphorsäure dagegen nur ca. 75 %. Wasserlöslich ist von der letzteren fast nichts geworden, von der Vivianit-Phosphorsäure dagegen im einen Falle 66,71 %, im anderen 22,04 %. Die gesteigerte Temperatur hat somit auf die Wasserlöslichkeit der Phosphorsäure ungünstig eingewirkt, während sie auf die Citratlöslichkeit in beiden Fällen eine günstige Wirkung gehabt hat. — Die Vivianit-Schmelzen, besonders No. I, verhielten sich auch insofern noch günstiger, als sie sehr leicht zu zerkleinern waren, während die Apatit-Schmelzen äusserst hart waren.

Des weiteren wurden Schmelzen von Vivianit mit verschiedenen Kalisalzen hergestellt, weil auf diese Weise einmal ein Düngemittel mit zwei Pflanzennährstoffen erhalten wurde, und andererseits die Beschaffung derartiger Salze, besonders der natürlichen Kalisalze, geringere Kosten verursachte. Einen wesentlichen Nachteil den mit Soda gewonnenen Produkten gegenüber zeigten alle hergestellten Kali-Schmelzen, mit Ausnahme der mit kieselsaurem Kali erhaltenen, dadurch, dass sie sich als sehr hygroskopisch erwiesen. Die Phosphorsäure letzterer Schmelze war dagegen äusserst unlöslich geworden, so dass darin nur durch Schmelzen mit Soda eine genaue Phosphorsäurebestimmung gemacht werden konnte.

Beim Schmelzen von Vivianit mit Kainit erhielt ich 2 Produkte, ein gelbgefärbtes, krystallinisches und ein braunes, anscheinend leichter schmelzbares, das zum Teil durch den hessischen Tiegel hindurchgeflossen war und in seinem Innern auch krystallinische Struktur zeigte. Die beiden Produkte wurden gesondert analysiert.

Eine vergleichende Übersicht der verschiedenen Kalischmelzen giebt folgende Tabelle:

	Vivianit und kohlens. Kali	Vivianit und Kainit		Vivianit und kiesels. Kali
		gelbes Produkt	braunes Produkt	
	%	%	%	%
Gesamt-Phosphorsäure	15,34	5,76	7,71	8,02
Citratlösliche Phosphorsäure . .	15,09	1,65	4,40	0,9
Citratlösl. P_2O_5 in % d. Ges.-P_2O_5	98,37	28,64	57,07	11,25
Wasserlösliche Phosphorsäure . .	10,75	nicht bestimmt	nicht bestimmt	—
Wasserlösl. P_2O_5 in % d. Ges.-P_2O_5	70,08			—
Kali	nicht best.			12,387

Mit den verschiedenen Apatit- und Vivianitschmelzen werden augenblicklich im Vegetationshaus der Moor-Versuchs-Station Versuche angestellt. Ob sich, falls diese ein günstiges Ergebnis haben, das erwähnte Verfahren auch für eine technische Verwertung eignet, entzieht sich meiner Beurteilung und lässt sich erst durch grössere praktische Versuche entscheiden.

Berichtigungen.

Seite 249, Tabelle Versuch 1, statt der angegebenen Zahlen:

Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure

bei Düngung mit Kainit und Thomasmehl 1	1. Schn. 1,03,	2. Schn. 1,00,	Mittel 1,01,	
„ „ „ „ „ „ 2	„ 1,04,	„ 1,10,	„ 1,07,	
„ „ nur mit Thomasmehl	„ 1,20,	„ 1,32,	„ 1,26,	
„ „ mit Thomasmehl und Kainit 1	„ 1,10,	„ 1,32,	„ 1,21,	
„ „ „ „ „ „ 2	„ 1,21,	„ 1,35,	„ 1,28,	
„ „ „ „ „ „ 3	„ 1,09,	„ 1,39,	„ 1,29.	

Seite 250, Tabelle Versuch 4, statt der angegebenen Zahlen:

Gehalt der Trockensubstanz an Phosphorsäure

bei Düngung nur mit Thomasmehl	1. Schn. 0,64,	2. Schn. 0,76,	Mittel 0,70,
„ „ mit Thomasmehl 3 und Kainit 1	„ 0,70,	„ 0,80,	„ 0,75,
„ „ „ „ 3 „ „ 2	„ 0,63,	„ 0,77,	„ 0,70,
„ „ „ „ 3 „ „ 4	„ 0,73,	„ 0,79,	„ 0,76.

Seite 250, Tabelle Versuch 7, 1892, vorletzte Kolonne 3,43 statt 2,43.

„ „ Zeile 10 von unten 1,03 statt 1,01.

„ „ „ 8 „ „ 0,43 „ 0,50.

„ „ „ 7 „ „ 0,37 „ 0,43.

„ 251, „ 2 „ oben 1,68 „ 1,98.

„ „ „ 15 „ „ 0,62 „ 0,60.

„ 252, „ 6 „ unten 2,41 „ 2,14 und 2,07 statt 1,83.

„ 353, „ 8 „ oben 1,235 statt 0,7743.

„ 374, „ 21 „ „ 1,235 „ 0,774.

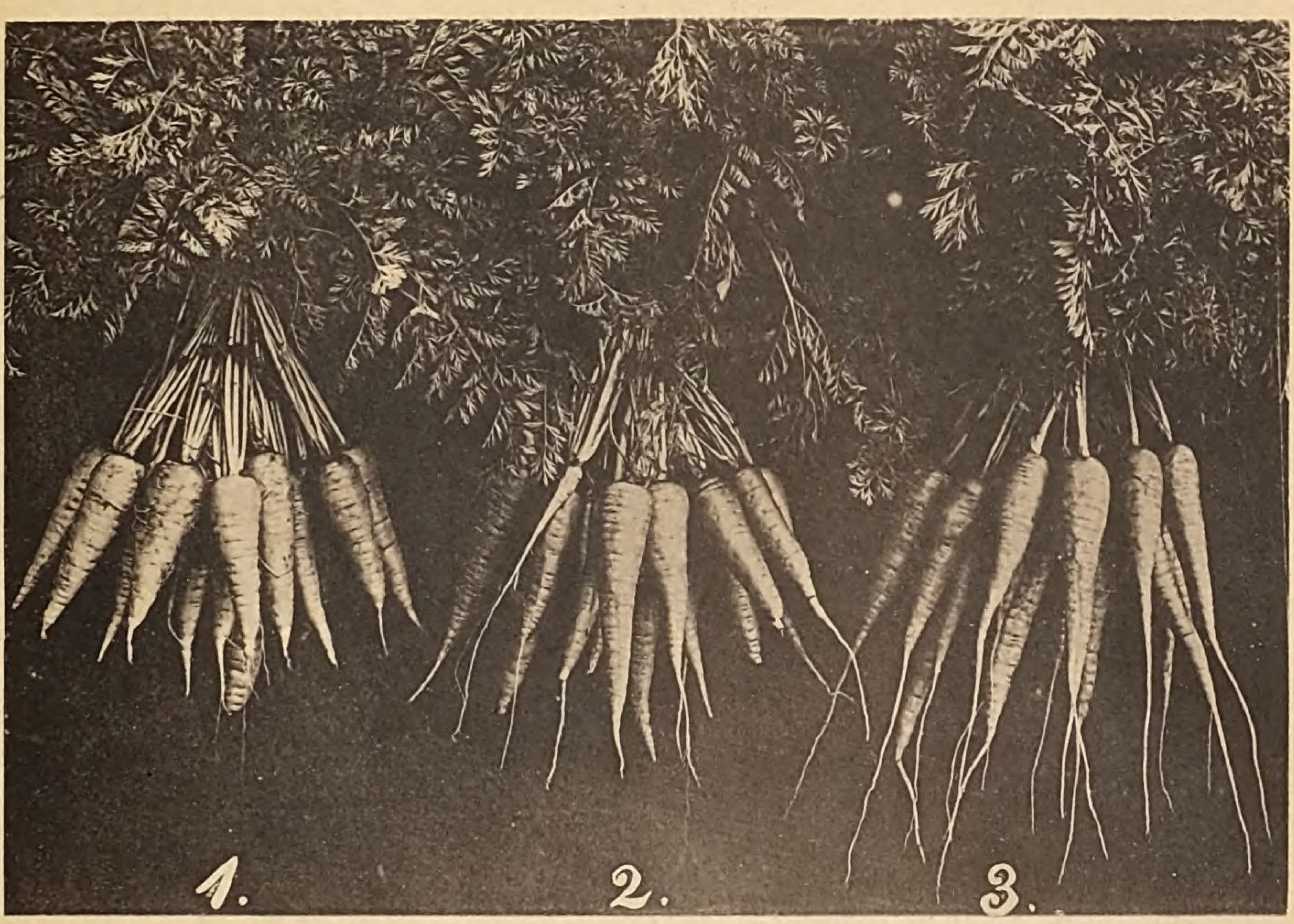
„ „ „ 24 „ „ 1,211 „ 1,672.

„ „ „ 26 „ „ 0,246 „ 0,707.

Druck von Friedrich Stollberg in Merseburg.



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.



Tafel III



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.

Abhängigkeit der Erträge von der Tiefe der Ackerkrume.



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin S.W., Hedemannstrasse 10.

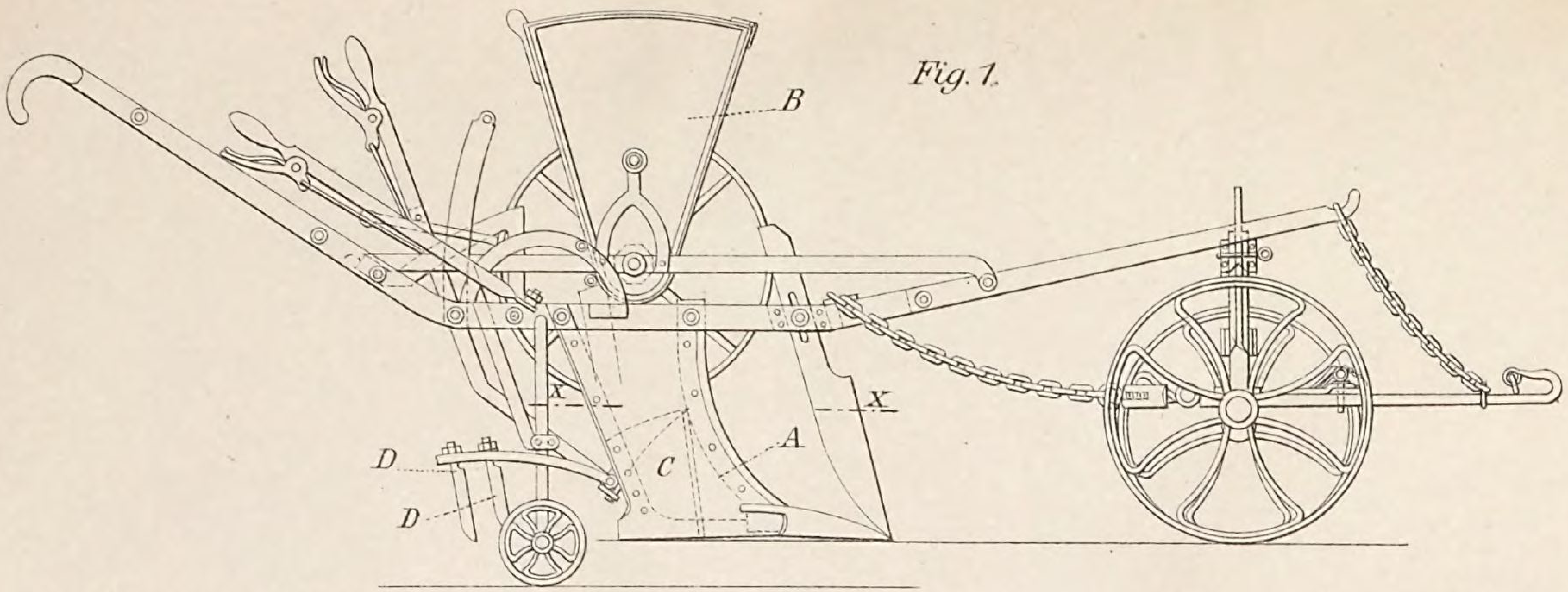


Fig. 1.

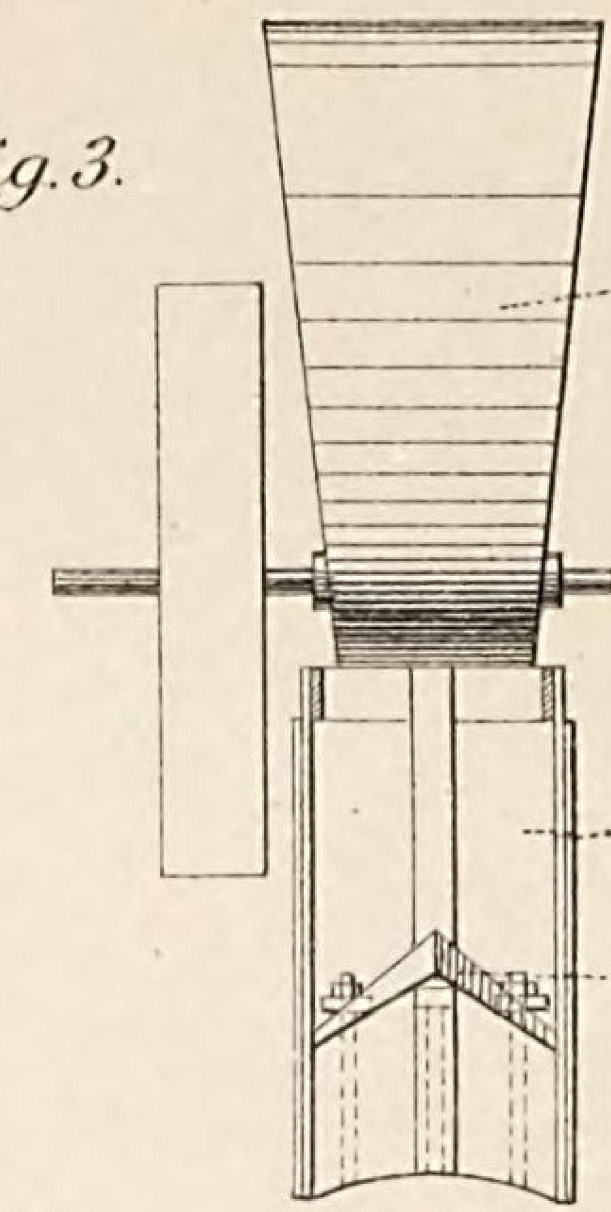


Fig. 3.

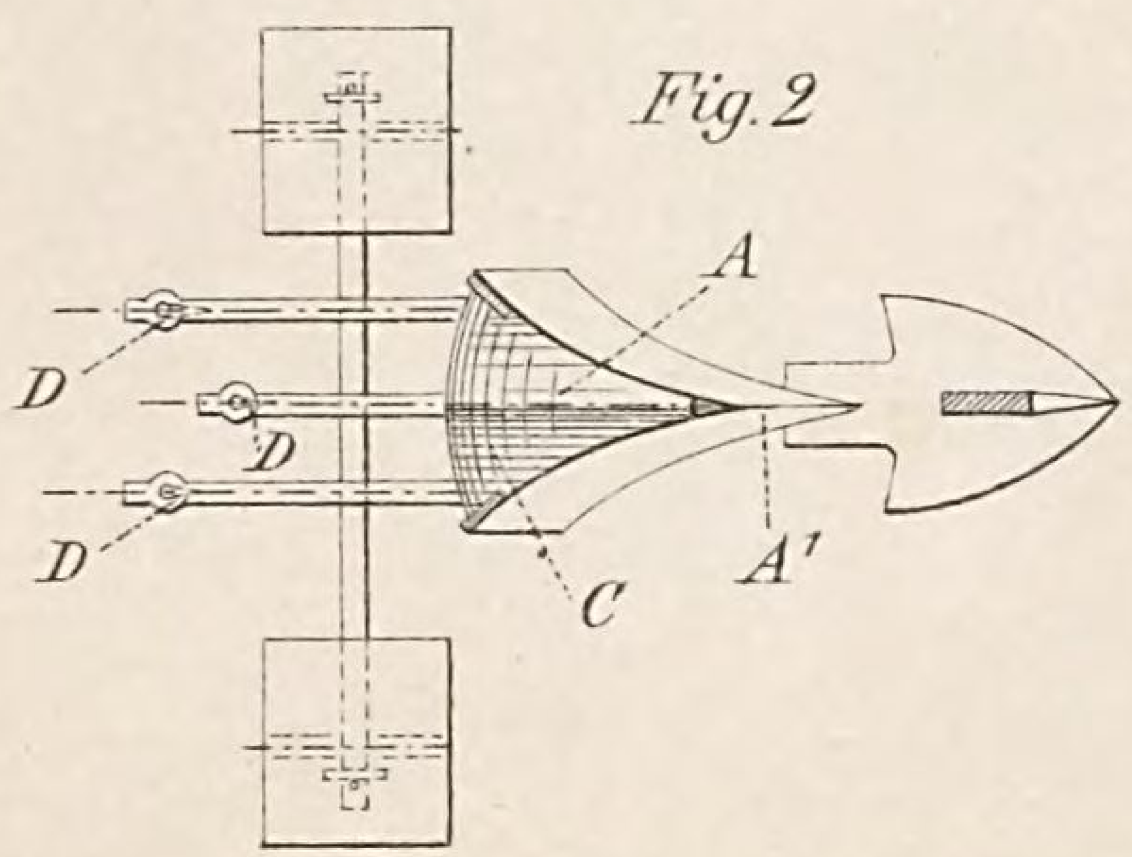


Fig. 2

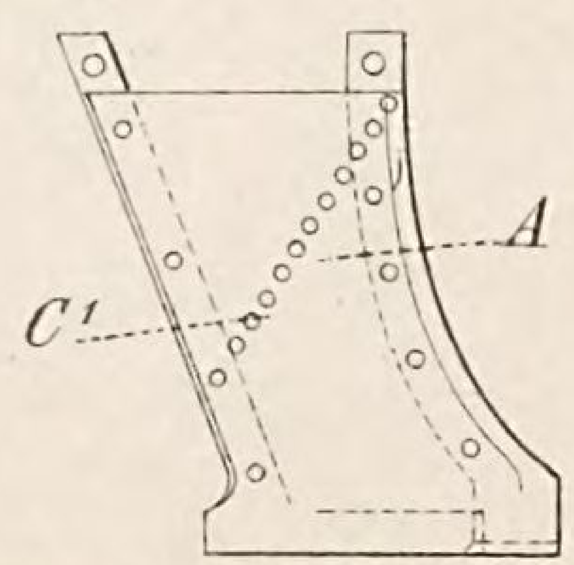


Fig. 4.

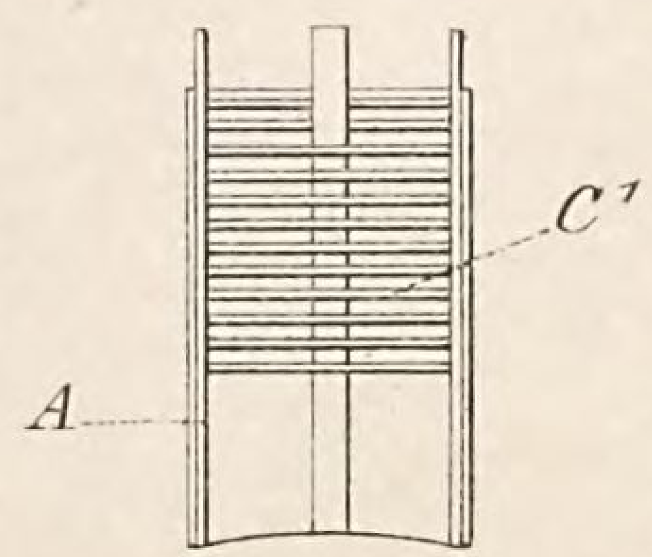


Fig. 5.

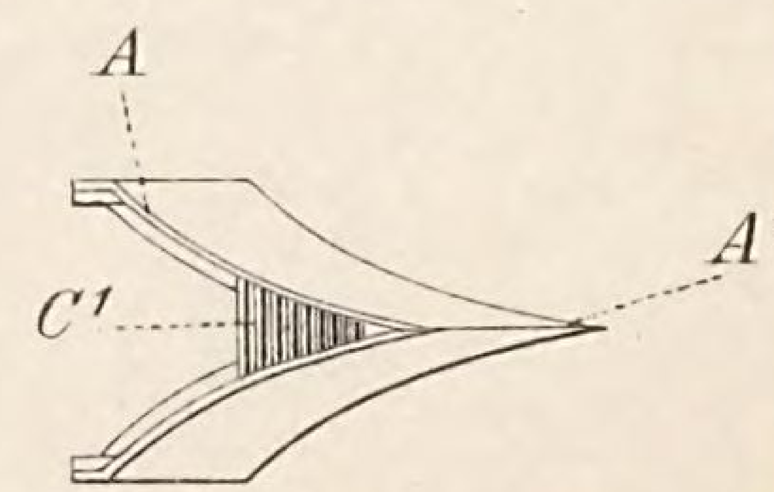


Fig. 6.

Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin S.W., Hedemannstrasse 10.



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.

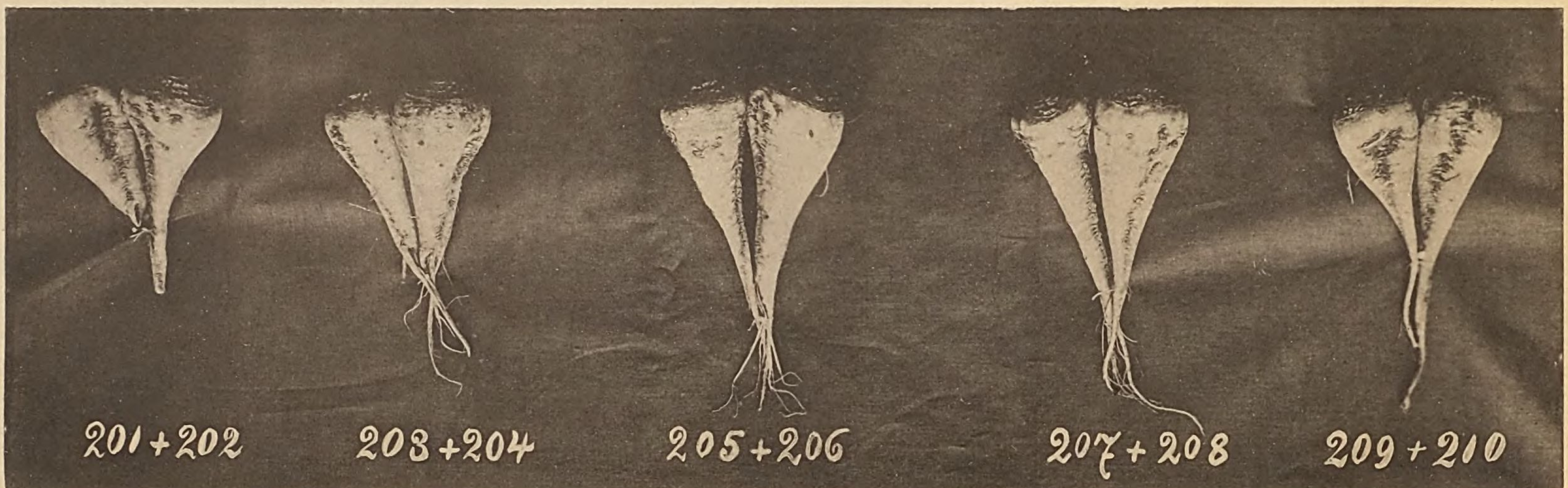


Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.



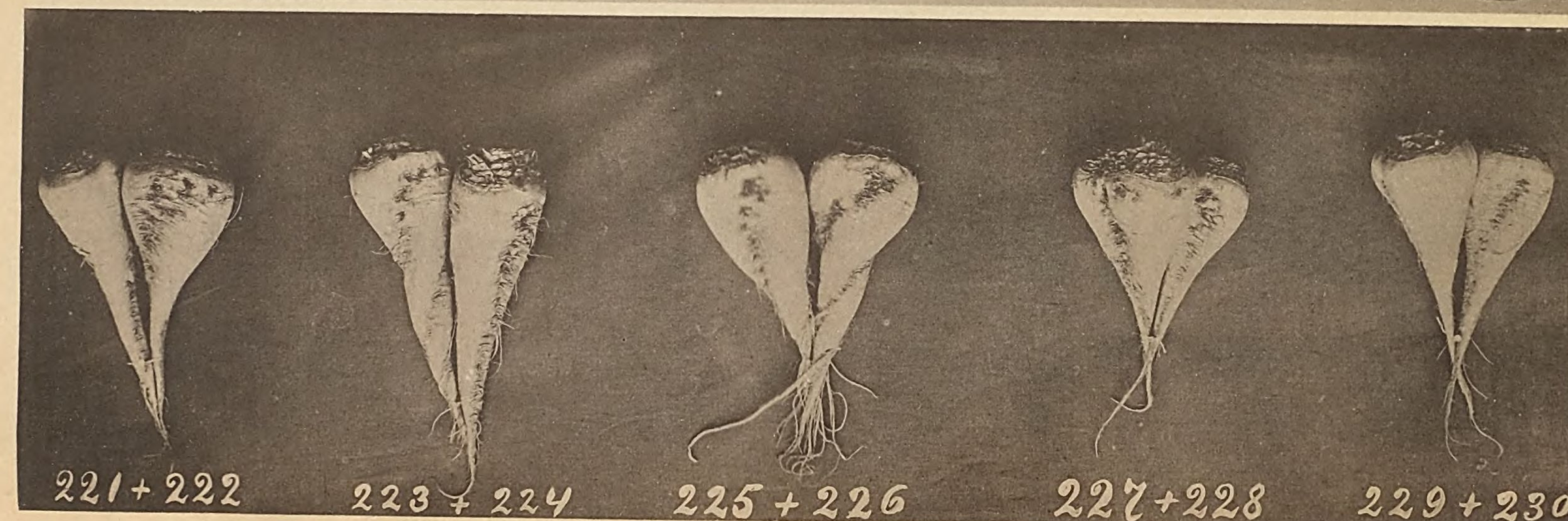
Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.





Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.





Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.





Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.

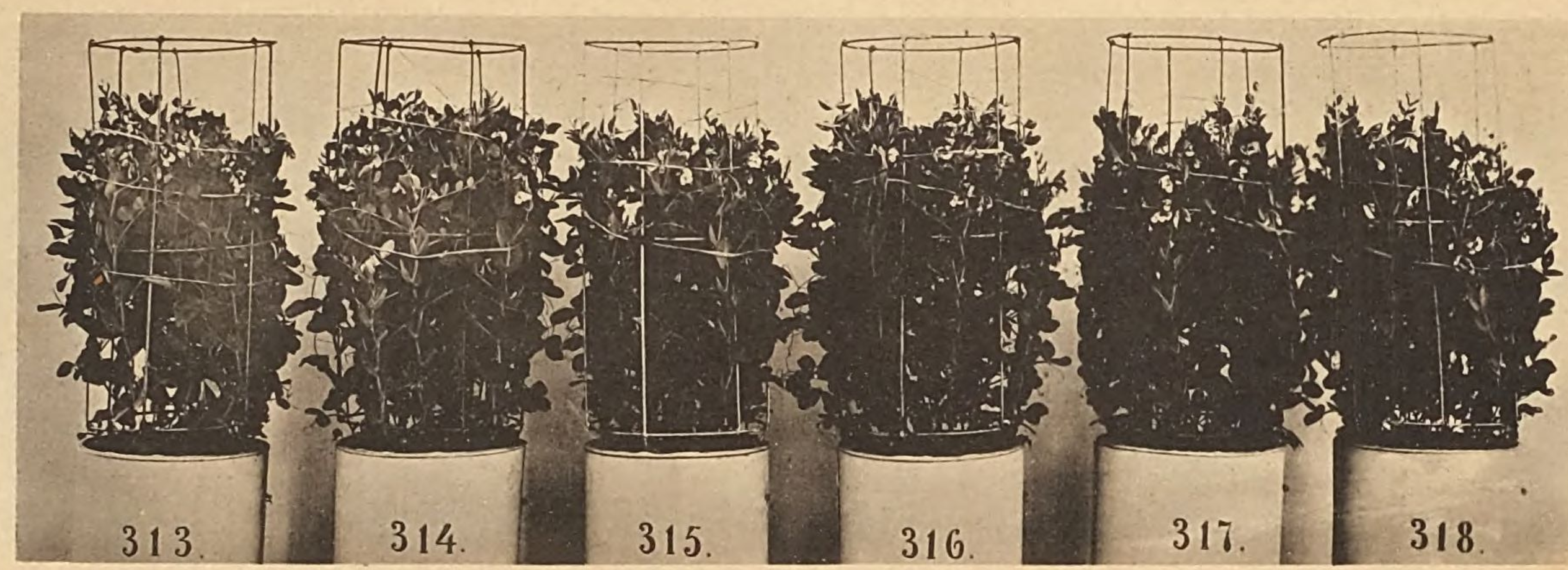


Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.



Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.





Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.





Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstr. 10.

Verlagsbuchhandlung Paul Parey in Berlin SW., Hedemannstrasse 10.

Grundlehren der Kulturtechnik.

Zweite, erweiterte Auflage,

unter Mitwirkung von

Dr. **M. Fleischer,** Professor an der Landw. Hochschule in Berlin, **P. Gerhardt,** Regierungs- und Baurat in Königsberg, Dr. **E. Gieseler,** Professor an der Landw. Akademie in Poppelsdorf, Dr. **Th. Freiherrn v. d. Goltz,** Geh. Regierungsrat, Professor an der Universität Bonn, Direktor der Landw. Akademie zu Poppelsdorf, **M. Grantz,** Meliorations-Bauinspektor in Berlin, **A. Hüser,** Oberlandmesser der Generalkommission in Cassel, Dr. **L. Wittmack,** Geh. Regierungsrat und Professor an der Landw. Hochschule und der Universität in Berlin, **W. Schlebach,** Oberfinanzrat in Stuttgart, **Mahraun,** Regierungsrat in Cassel,

herausgegeben von

Dr. Chr. August Vogler,

Professor an der Landwirtschaftlichen Hochschule zu Berlin.

Erster Band.

(Naturwissenschaftlicher und technischer Teil.)

Mit 604 Textabbildungen und 7 Tafeln.

Gebunden, Preis 20 M.

Inhalt: **Naturwissenschaftlicher Teil.** I. Abschnitt. **Die Bodenkunde auf chemisch-physikalischer Grundlage** von Dr. M. Fleischer. — II. Abschnitt. **Botanik der Wiesenpflanzen** von Dr. L. Wittmack. — III. Abschnitt. **Hydraulik** von Dr. E. Gieseler.

Technischer Teil. IV. Abschnitt. **Baukunde** von M. Grantz. — V. Abschnitt. **Kulturtechnik** von P. Gerhardt. — VI. Abschnitt. **Tracieren** von Dr. Chr. A. Vogler.

Kulturtechnischer Wasserbau.

Handbuch für Studierende und Praktiker

von

Adolf Friedrich,

o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Mit 602 Textabbildungen und 32 Tafeln.

Ein starker Band in Grossoktav.

In Leinen geb., Preis 28 M.

Der Inhalt gruppiert sich in folgende Hauptabschnitte:

I. Allgemeine Bodenmeliorationslehre.
II. Der Erdbau.
III. Die Bodenentwässerung.
IV. Die Bodenbewässerung.
V. Die Stauweiherbauten.
VI. Die Wasserversorgung der Ortschaften.
VII. Die Entwässerung der Ortschaften und Reinigung der Abwässer.
VIII. Ausgeführte Ent- und Bewässerungsanlagen.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Druck von Friedrich Stollberg in Merseburg.

JOHANN MESSERER
BUCHBINDEREI
MÜNCHEN

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Landwirtschaftliche Jahrbücher Zeitschrift für den wissenschaftlichen Landbau

Bd.: 1898, Erg.-Bd. 4

Berlin 1898

4 Oecon. 194 m-27,Erg.Bd.4
urn:nbn:de:bvb:12-bsb11897183-4